FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

EDIFÍCIOS AUTO-SUFICIENTES

GESTÃO SUSTENTÁVEL INTEGRADA

{Self-Sufficient Buildings: Integrated Sustainable Management}

Nuno Hélder Cardoso Pais Varela
e-mail: nuno.varela@fe.up.pt

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
Mestre em Construção

{Master of Science in European Construction}

Dissertação realizada sob supervisão de
Professor Doutor Vítor Carlos Trindade Abrantes Almeida
da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA UNIVERSIDADE DO PORTO

Porto, Junho de 2010

É autorizada a reprodução integral da presente dissertação apenas para efeitos de investigação académica, mediante declaração escrita do interessado, que a tal se compromete.

AGRADECIMENTOS

A conclusão da investigação que se concretiza no presente documento não teria sido possível sem a cooperação de um vasto conjunto de pessoas, cuja disponibilidade para partilhar informações, descobertas e trabalhos académicos, permitiram um evoluir de perspectivas e conhecimento de imensa utilidade.

Dada a impossibilidade de os nomear a todos individualmente, venho deste modo expressar a minha gratidão pela disponibilidade demonstrada.

A todos os colegas do mestrado e aos diversos funcionários da FEUP no apoio e resolução diligente de diversas solicitações.

Agradecimento à família, por todo o auxílio e o prover da serenidade necessária para a conclusão deste trabalho.

Por fim, ao Professor Doutor Vítor Abrantes, pela confiança e sagaz apoio científico, deixo expresso o meu profundo reconhecimento.

RESUMO

A concepção e construção de edifícios apresentam um conjunto de implicações associadas à globalidade das acções humanas. Dada a imprevisibilidade dos cenários futuros derivados das alterações climáticas, no delapidar dos recursos, das mutações com implicação na saúde humana e, das inconstâncias derivadas dos fluxos económicos, a procura de uma sustentabilidade completa não se alcança sem um entendimento teórico e prático das possibilidades e proposições para o ambiente construído.

O objectivo central está no detectar as implicações de uma aproximação global que incida na totalidade do ciclo de vida dos edifícios, da concepção, à construção, da operação, à manutenção e desmantelamento. Este exercício necessita de um conhecimento e entendimento profundo de uma amplitude de matérias, da utilização de novas ferramentas do trabalho colaborativo, da optimização na gestão de documentação, procedimentos para melhorar o desempenho dos edifícios, pesquisas tecnológicas aplicadas, um uso rigoroso dos recursos renováveis, manufactura de materiais e componentes inteligentes, sistemas avançados, um continuar de aperfeiçoamento das metodologias de avaliação do cumprimento ambiental dos edifícios.

Organizada em diferentes secções, a presente investigação é um esforço de colecta e estudo de um conjunto documentação recente na intenção de unificar diversos assuntos. Estas secções expõem princípios e modelos para uma construção sustentável e de eficiência energética, definem mecanismos relacionados com o projecto e construção integrada, apresentam um conjunto de indicações de concepção, desempenho de edifícios e modos para apoiar uma gestão integral dos edifícios.

Como contribuição a dissertação compõe-se pelo tornar disponível uma seriação de informações no intuito de uma caracterização abrangente que ultrapasse as referências actuais estabelecidas, relacionadas com a qualidade ambiental do ar interior, uso de energia, água, materiais, desperdícios, emissões, utilização dos solos, nos processos de aquisição sustentável e administração de edifícios, na busca para uma definição operacional do conceito de auto-suficiência aplicada aos edifícios. O propósito está no ultrapassar das ineficiências herdadas das revoluções industriais precedentes em direcção a soluções mais regenerativas.

Palavras-chave: Projecto Integrado; Desempenho dos Edifícios; Gestão Sustentável; Inovação.

ABSTRACT

Building design and construction introduces several implications linked to human actions as a whole. Given the unforeseeable future settings caused by climate change, resource consumption, human health mutations and the economic flux changeability, the search for a total sustained world is hard to attain without a fully theoretical and practical understanding of the built environment potential and propositions.

The following work aims to present the implications of an entire sustainable building lifecycle approach, from conception to construction, operation and final dismantling. This achievement asks for an in-depth knowledge of several subjects, from the employ of new collaborative tools, data management optimization, building performance driven measures, new applied technological research, accurate make use of renewable resources, intelligent materials and component manufacturing, advanced systems, a continuous development of assessment methodologies.

Structured in several sections, this research is a collection effort and study of a set of updated documents, meant to produce a cohesive body of work on the topic. These sections explain the principles and models for a sustainable and energy efficient construction, define mechanisms related to integrated project delivery, presents an array of fundamentals for building conception and performance, provide ways for supporting buildings integrative management.

The main contribution is to make available one research systematization to broaden common assumptions, looking for a comprehensive characterization that exceed benchmarks related to indoor environmental quality, use of energy, water, materials, emissions, waste, land use, tendering procedures, sustainable procurement and buildings operation, in search for providing devices and definitions attached with the self-sufficient concept applied to buildings. The final aim is to surpass the inefficiencies inherit from the preceding industrial revolutions towards more regenerative solutions.

Keywords: Integrated Project Delivery; Building Performance; Sustainable Management; Innovation.

ÍNDICE GERAL

CAPÍTULO 1: Introdução

1.1 Enquadramento **1**

1.2 Objectivos do Trabalho **3**

1.3 Metodologia Utilizada **4**

1.4 Estrutura da Dissertação **5**

CAPÍTULO 2: Sustentabilidade e Ambiente Construído

2.1 Desafios Globais **7**

2.1.1 Desenvolvimento sustentável **7**

2.1.1.1 Valores de desenvolvimento **8**

2.1.1.2 Neutralidade climática **8**

2.1.2 Cenários futuros **9**

2.1.3 Preocupações ambientais **11**

2.1.3.1 Concepção para a sustentabilidade **12**

2.1.3.2 Biodiversidade e acção sustentável **13**

2.2 Sustentabilidade Alargada **14**

2.2.1 Geradores de desenvolvimento **14**

2.2.1.1 Motivadores para a sustentabilidade **14**

2.2.2 Exploração dos recursos **16**

2.2.2.1 Sustentabilidade económica **16**

2.2.2.2 Sustentabilidade ecológica **16**

2.2.2.3 Desmaterialização **18**

2.2.2.4 Abobadem ecossistémica **19**

2.2.3 Edifícios e ambiente construído **20**

2.2.3.1 Declaração para um futuro sustentável **20**

2.2.3.2 Agenda 21 para a construção sustentável **20**

2.2.3.3 Princípios de Hanôver **21**

2.2.3.4 Engenharia para um desenvolvimento sustentável **21**

2.3 Modelos e Definições **24**

2.3.1 Definições da construção sustentável **24**

2.3.1.1 Dimensões da construção sustentável **25**

2.3.1.2 Compromisso para uma construção sustentável **28**

2.3.2 Trajectórias ambientais **30**

2.3.2.1 Eco-eficiência **30**

2.3.2.2 Desenvolvimento e implementação **30**

2.3.2.3 Aproximação regenerativa **32**

2.3.3 Modelos de energia para edifícios **34**

2.3.3.1 Em direcção à auto-suficiência **34**

2.3.3.2 Eficiência energética nos edifícios **34**

2.3.3.3 Definições e alertas **36**

2.3.3.4 Barreiras **41**

2.3.3.4 Desafios e oportunidades **42**

2.4 Reinventar a Indústria da Construção **45**

2.4.1 Novo sistema industrial **45**

2.4.1.1 Quatro estratégias centrais do capitalismo natural **46**

2.4.2 Refazer os modos de produção **47**

2.4.3 Transformação do sector da construção **48**

2.4.3.1 Orientações para a evolução do mercado **49**

2.4.3.2 Futuro da construção sustentável **51**

2.4.3.3 Campos de acção **52**

CAPÍTULO 3: Processos e Mecanismos de Projecto

3.1 Princípios do Projecto Integrado **53**

3.1.1 Processo de concepção integrado **53**

3.1.1.1 Princípios fundamentais **54**

3.1.2 Valor nas proposições do projecto integrado **55**

3.1.2.1 Diferenças entre processo integrado e processo tradicional **56**

3.1.2.2 Implementação e implicações **57**

3.1.3 Benefícios e responsabilidades **58**

3.1.3.1 Como construir uma equipa integrada **59**

3.1.3.2 Partilha de risco no projecto integrado **59**

3.1.3.3 Modelos de negócio **59**

3.2 Colaboração e Informação Integrada **60**

3.2.1 Paradigmas equipas virtuais **60**

3.2.1.1 Desafios de trabalho **61**

3.2.2 Instrumentos e definições **61**

3.2.2.1 Benefícios na utilização BIM **63**

3.2.2.2 Para além da documentação **63**

3.2.2.3 Desafios futuros **64**

3.2.2.4 Benefícios das e-standards **65**

3.2.2.5 Partilha de normas para modelação sustentável: gbXML **65**

3.2.3 Fluxo de informação para a construção **66**

3.2.3.1 Ciclo de vida da informação **67**

3.2.3.2 Fases internas e externas na gestão de informação **67**

3.2.3.3 Exigências de informação **68**

3.2.3.4 Constrangimentos e limites **69**

3.3 Gestão Processos de Projecto **70**

3.3.1 Processos de planeamento **70**

3.3.1.1 Modelo integral vs integrado **71**

3.3.1.2 Estrutura das três partes **72**

3.3.1.3 Aplicação de uma charrette **73**

3.3.2 Redefinição das fases de projecto **74**

3.3.2.1 Lean project delivery system **75**

3.3.3 Integração total **75**

3.4 Requisitos Construção Integrada **77**

3.4.1 Faseamento para a construção integrada **77**

3.4.1.1 Implicações faseamento de um projecto integrado **78**

3.4.2 Gestão e métodos para a construção integrada **79**

3.4.2.1 Definição de métodos de gestão **79**

3.4.2.2 Eficácia dos sistemas de projecto **80**

3.4.2.3 Melhoramento dos processos de construção **81**

3.4.2.4 Gestão de risco na construção sustentável **82**

3.4.3 Normas e especificações **83**

3.4.3.1 MasterFormat™ **83**

3.4.3.2 GreenFormat™ **85**

3.4.3.3 ICC 700-2008 ..... **86**

CAPÍTULO 4: Estratégias de Desempenho dos Edifícios

4.1 Concepção para a Sustentabilidade **87**

4.1.1 Descrição de critérios **87**

4.1.1.1 Objectivos de desempenho **88**

4.1.1.2 Componentes fundamentais **89**

4.1.1.3 Oportunidades para melhoramento **90**

4.1.2 Ciclo ecológico e os edifícios **91**

4.1.2.1 Concepções ecológicas **92**

4.1.2.2 Abordagem bioclimática **94**

4.1.2.3 Tecnologia e ambiente **99**

4.1.3 Sustentabilidade na construção **101**

4.1.3.1 Conceitos e medidas **101**

4.1.3.2 Aperfeiçoamentos técnicos **103**

4.1.3.3 Capacidade de sobrevivência passiva em edifícios **105**

4.1.3.4 Planeamento global **106**

4.2 Optimização para a Eficiência **110**

4.2.1 Princípios e orientações **110**

4.2.1.1 Fisiologia humana e edifícios **111**

4.2.1.2 Requisitos de concepção **113**

4.2.1.3 Elementos da concepção optimizada **113**

4.2.2 Concepção para a energia **117**

4.2.2.1 Ajudas de planeamento **117**

4.2.2.2 Fornecimento de energia em edifícios **119**

4.3 Sistemas de Eficiência Energética **122**

4.3.1 Indicadores e enunciações **122**

4.3.1.1 Formas e leis para a energia **123**

4.3.1.2 Taxonomia das eficiências **124**

4.3.1.3 Parâmetros para aplicação em edifícios **125**

4.3.2 Oportunidades para a eficiência energética **128**

4.3.2.1 Factores de referência **128**

4.3.2.2 Conflitos de planeamento **130**

4.3.3 Redução carbono nos edifícios **131**

4.3.3.1 Temas de projecto **131**

4.4 Implicações Tecnológicas **133**

4.4.1 Redução dos impactes ambientais **133**

4.4.1.1 Tecnologias para gestão dos riscos climáticos **134**

4.4.2 Eficácia na aplicação de sistemas **136**

4.4.2.1 Proposições tecnológicas para a concepção **136**

4.4.2.2 e-energia **137**

4.4.3 Tecnologias activas nos edifícios **138**

4.4.3.1 Armazenamento de energia **142**

4.4.4 Tecnologias emergentes e perspectivas futuras **143**

CAPÍTULO 5: Gestão Sustentável Integrada

5.1 Abordagem Estratégica **145**

5.1.1 Políticas e instrumentos **145**

5.1.1.1 Implicações futuras **146**

5.1.1.2 Descarbonização da indústria da construção **149**

5.1.2 Legislação e normas **151**

5.1.2.1 Legislação europeia para a energia **152**

5.1.2.2 Legislação europeia para sustentabilidade **153**

5.1.2.3 Legislação nacional para a energia **153**

5.1.2.4 Normas ISO **155**

5.1.3 Panoramas de modificação **157**

5.1.3.1 Mercado de energia nos edifícios **157**

5.1.3.2 Alcançar a transformação **158**

5.1.3.3 Trajectórias para o uso de energia nos edifícios **159**

5.2 Modos de Desenvolvimento **163**

5.2.1 Especificidades da indústria **163**

5.2.1.1 Complexidade do sector da construção **163**

5.2.1.2 Acções chave para a sustentabilidade **163**

5.2.1.3 Indicadores de qualidade do projecto **166**

5.2.2 Aquisição sustentável **166**

5.2.2.1 Princípios, regras e benefícios **166**

5.2.2.2 Avaliação da aquisição sustentável **168**

5.2.2.3 Promoção de valor da energia **170**

5.3 Metodologias de Avaliação **171**

5.3.1 Gestão ambiental **171**

5.3.1.1 Eficiência económica **172**

5.3.1.2 O custo da sustentabilidade **172**

5.3.1.3 Impactes ambientais nos edifícios **173**

5.3.2 Metodologias de avaliação de edifícios **175**

5.3.2.1 Avaliação multi-critérios **175**

5.3.2.2 LiderA **176**

5.3.2.3 LEED 2009 ..... **177**

5.3.2.4 Code for Sustainable Homes **179**

5.3.2.5 Living Building Challenge **181**

5.3.3 Níveis de sustentabilidade dos materiais **183**

5.3.3.1 Avaliação dos materiais de construção **183**

5.3.3.2 Metodologia de avaliação para materiais **185**

5.4 Operação, Manutenção e Desmantelamento **187**

5.4.1 Sistemas para gestão dos edifícios **187**

5.4.1.1 Regulação de sistemas **187**

5.4.1.2 Aproximação whole system **188**

5.4.1.3 Procedimentos de controlo nos edifícios **188**

5.4.2 Perfis de funcionamento **191**

5.4.2.1 Problemáticas de desempenho **191**

5.4.2.2 Pesquisa para a redução energia **193**

5.4.2.3 Síndrome dos edifícios doentes **195**

5.4.2.4 Produtividade dos ocupantes **196**

5.4.2.5 Manutenção de edifícios **196**

5.4.2.6 Avaliação pós-ocupação **198**

5.4.3 Procedimentos de desmantelamento **201**

5.4.3.1 Concepção do processamento de fim de vida **201**

5.4.3.2 Gestão de desperdícios, reutilização e reciclagem **201**

5.4.4 Súmula para uma gestão sustentável **203**

5.4.4.1 Princípios e factores para edifícios eficientes **203**

CAPÍTULO 6: Conclusões

6.1 Considerações Finais **207**

6.2 Limites da Investigação **209**

6.3 Desenvolvimentos Futuros **209**

BIBLIOGRAFIA **211**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Diagrama da dinâmica do carácter do consumo actual [17]..... **17**

Figura 2.2: Diagrama da dinâmica dos constrangimentos causados pela escassez de recursos [17]..... **17**

Figura 2.3: Trajectória para uma responsabilidade ambiental [62]..... **33**

Figura 3.1: Diferenças entre um processo tradicional e um processo integrado [50]..... **56**

Figura 3.2: Curva de MacLeamy, redefinição das fases de projecto e eficiência de processos [61]..... **74**

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1: Sinergias entre a protecção ambiental e a economia [8] **7**

Tabela 2.2: Tendências recentes da avaliação de influência humana recente e probabilidades futuras baseadas nos cenários IPCC_SRES [11] **10**

Tabela 2.3: A crise ecológica e as preocupações ambientais relacionada com a construção [12] **11**

Tabela 2.4: Tipos de impacte: Danos ecológicos [13] **12**

Tabela 2.5: Tipos de impacte: Danos na saúde humana [13] **12**

Tabela 2.6: Tipos de impacte: Delapidar de recursos [13] **12**

Tabela 2.7: Os superciclos de Kondratiev do desenvolvimento social e económico [8] **14**

Tabela 2.8: Concepção para a sustentabilidade: Motivadores internos [13] **15**

Tabela 2.9: Concepção para a sustentabilidade: Motivadores externos [13] **15**

Tabela 2.10: Soma global do consumo dos recursos [18] **18**

Tabela 2.11: Princípios para um desenvolvimento sustentável na engenharia [22] **21**

Tabela 2.12: Benefícios da construção sustentável [25] **26**

Tabela 2.13: Concepção e desenvolvimento: Estratégias de concepção [26] **27**

Tabela 2.14: Concepção e desenvolvimento: Localização [26] **27**

Tabela 2.15: Concepção e desenvolvimento: Escala do empreendimento [26] **28**

Tabela 2.16: Estratégias para a construção sustentável [23] **29**

Tabela 2.17: Concepção e desenvolvimento: Benefícios da energia sustentável [26] **30**

Tabela 2.18: Sustentabilidade e o ambiente construído [28] **31**

Tabela 2.19: Benefícios dos edifícios eficientes energeticamente [32] **35**

Tabela 2.20: Fontes de energia renovável para edifícios energia zero [37] **39**

Tabela 2.21: Impacte na concepção das definições de edifícios energia zero (ZEB) [37] **40**

Tabela 2.22: Definições e modelos para edifícios eficientes [39] **43**

Tabela 2.23: Propósitos para uma transformação da indústria da construção [24] **48**

Tabela 2.24: Objectivos para as concepções sustentáveis [45] **50**

Tabela 3.1: Combinação de princípios e estratégias de um processo integrado [49] **55**

Tabela 3.2: Diferenças entre um processo tradicional e um processo integrado [49] **57**

Tabela 3.3: Implicações na adopção de processo integrado [50] **57**

Tabela 3.4: Benefícios na adopção de um processo integrado [52] **58**

Tabela 3.5: Ciclo de vida da informação [60] **66**

Tabela 3.6: Fase de preparação de dados internos [59] **67**

Tabela 3.7: Fase de preparação de dados externos [59] **68**

Tabela 3.8: Constrangimentos e limites na implementação tecnológica de novos processos e ferramentas associados ao projecto integrado [61] **69**

Tabela 3.9: Passos chave para um projecto integrado [45] **71**

Tabela 3.10: Modos de planeamento integrado entre arquitectura, tecnologia e o ambiente [62] **72**

Tabela 3.11: Processos de integração e áreas em foco para uma integração total, FIATEC [65] **75**

Tabela 3.12: Possibilidades de melhoramento dos processos na construção [61] **81**

Tabela 3.13: Organização das categorias de produtos do GreenFormat™ [71] **85**

Tabela 3.14: Estrutura de pontuação de desempenho da norma ICC 700-2008 [72] **86**

Tabela 4.1: Exemplos dos objectivos da sustentabilidade e, respectivos indicadores e critérios de desempenho, para uma abordagem estratégica, segundo CIBSE: Guide L [28] **88**

Tabela 4.2: Factores que afectam o desenvolvimento de edifícios optimizados [8] **89**

Tabela 4.3: Os 10 componentes de optimização de acordo com os temas da energia [8] **90**

Tabela 4.4: Ciclo ecológico e interacções entre edifícios [1] **91**

Tabela 4.5: Oportunidades ecológicas para a concepção arquitectónica [24] **92**

Tabela 4.6: Oportunidades ecológicas para os materiais [24] **93**

Tabela 4.7: Ecologia industrial e construção da ecologia [24] **93**

Tabela 4.8: Estratégias de concepção arquitectónica: Técnicas de análise [76] **94**

Tabela 4.9: Estratégias de concepção arquitectónica: Procedimentos [76] **95**

Tabela 4.10: Estratégias de concepção arquitectónica: Sistemas passivos [76] **98**

Tabela 4.11: Construção de acordo com as zonas climáticas [77] **98**

Tabela 4.12: Modos de planeamento integrado entre arquitectura, tecnologia e o ambiente [1] **99**

Tabela 4.13: Qualidade do local e processo de concepção construção [3] **100**

Tabela 4.14: Conceitos para sustentabilidade na construção [78] **101**

Tabela 4.15: Medidas para sustentabilidade na construção [78] **102**

Tabela 4.16: Bases de concepção para a ecologia e sinergia [79] **103**

Tabela 4.17: Princípios para capacidade de sobrevivência passiva em edifícios [24] **105**

Tabela 4.18: Representação sistemática dos factores de conforto [8] **112**

Tabela 4.19: Requisitos e efeitos nos processos de concepção [82] **113**

Tabela 4.20: Objectivos e medidas para uma optimização eficiente do invólucro dos edifícios [8] **116**

Tabela 4.21: Assuntos influenciam a filosofia das concepções para a eficiência energética [83] **117**

Tabela 4.22: Assuntos relativos à integração da estrutura com os serviços dos edifícios [83] **118**

Tabela 4.23: Perspectiva geral das ajudas de planeamento [8] **119**

Tabela 4.24: Componentes dos edifícios e funções para propósitos energéticos [8] **120**

Tabela 4.25: Princípios e objectivos de edifícios energia zero para três gerações [84] **121**

Tabela 4.26: Necessidades humanas e serviços de energia [90] **125**

Tabela 4.27: Declaração de princípios da CIBSE e enquadramento de aplicação [83] **126**

Tabela 4.28: Plano da acção da União Europeia para do programa Eco-buildings [90] **127**

Tabela 4.29: Conflitos habituais no planeamento de optimização energética nos edifícios [8] **130**

Tabela 4.30: Exemplos de mitigação tecnológica no sector dos edifícios, políticas e medidas, obrigações e oportunidades apresentadas pela UNEP [93] **135**

Tabela 4.31: Tecnologias comuns de baixas ou zero emissões e aplicações típicas [28] **141**

Tabela 5.1: Políticas para redução emissões de gases com efeito de estufa dos edifícios [98] **146**

Tabela 5.2: Edifícios e alterações climáticas: Desafios e oportunidades [39] **147**

Tabela 5.3: Políticas para redução emissões de gases com efeito de estufa dos edifícios [98] **149**

Tabela 5.4: Taxonomia das barreiras que retardam a penetração de práticas e tecnologias de eficiência energia no sector da construção [100] **150**

Tabela 5.5: Benefícios para a eficiência energética [26] **151**

Tabela 5.6: Normas ISO referentes à construção sustentável e de eficiência energética [131] **155**

Tabela 5.7: Mapa para a transformação da utilização de energia nos edifícios, promotores [105] **159**

Tabela 5.8: Mapa para a transformação da utilização de energia nos edifícios, fornecedores e fabricantes [105] **160**

Tabela 5.9: Mapa para a transformação da utilização de energia nos edifícios, projectistas [105] **161**

Tabela 5.10: Mapa para a transformação da utilização de energia nos edifícios, inquilinos [105] **162**

Tabela 5.11: Acções chave para a sustentabilidade na construção, CIBSE Guide L [28] **164**

Tabela 5.12: Norma ISO referentes à gestão de sistemas de qualidade [131] **166**

Tabela 5.13: Avaliação do processo de aquisição sustentável, Procura^{+} Manual [110] **168**

Tabela 5.14: Fases do processo de construção e impactes potenciais no desempenho ambiental dos edifícios [111] **169**

Tabela 5.15: Processo de trabalhos de construção de edifícios nas autoridades públicas europeias [111] **169**

Tabela 5.16: Enquadramento das ferramentas de gestão para a sustentabilidade no ambiente construído [9] **171**

Tabela 5.17: Instrumentos de apoio à decisão na avaliação ambiental [114] **173**

Tabela 5.18: Objectivos de acção em direcção à construção sustentável [3] **175**

Tabela 5.19: Sumário das categorias e assuntos ambientais do Code for Sustainable Homes [118] **179**

Tabela 5.20: Créditos disponíveis, factores de peso e pontuação do Code for Sustainable Homes [118] **180**

Tabela 5.21: Objectivos para uma avaliação pós-construção do Code for Sustainable Homes[118] **180**

Tabela 5.22: Lista do dezasseis pré-requisitos do Living Building Challenge [119] **182**

Tabela 5.23: Preocupações para garantir uma eficiência dos recursos [121] **184**

Tabela 5.24: Interacção entre serviços dos edifícios [83] **190**

Tabela 5.25: Problemáticas originam mau desempenho dos edifícios [96] **192**

Tabela 5.26: Edifícios como geradores de energia [3] **194**

Tabela 5.27: Queixas relativas à síndrome dos edifícios doentes [1] **195**

Tabela 5.28: Recomendações sobre o funcionamento e manutenção de um edifício [126] **197**

Tabela 5.29: Métodos de avaliação pós-ocupação [127] **199**

Tabela 5.30: Áreas abrangidas pelo processo de avaliação [127] **200**

Tabela 5.31: Áreas abrangidas na avaliação do processo funcional [127] **200**

Tabela 5.32: Áreas abrangidas nas revisões de desempenho técnico [127] **200**

Tabela 5.33: Avaliação das propriedades de supressão dos materiais de construção [129] **203**

Tabela 5.34: Elementos para o processo de construção sustentável **204**

CAPÍTULO 1: Introdução

1.1 Enquadramento

Com o início do novo milénio estamos perante uma revolução pós-industrial desencadeada por novas variáveis nas áreas do trabalho, comunicação, desenvolvimento de alta tecnologia e no ambiente. Os seguintes factores desafiam as tendências do Mundo actual [1]:

- Aumento da população mundial;
- Globalização económica;
- Aumento das diferenças entre os ricos e os pobres;
- Emergência de novos mercados;
- Poluição ambiental;
- Delapidar dos recursos.

Solução para estes problemas passa muito pelas consequências das nossas acções no que implica a adopção de novas abordagens em relação ao meio ambiente e ambiente construído. Algumas possibilidades foram já identificadas [1]:

- Protecção ambiental;
- Gestão dos recursos ambientais;
- Reutilização, em alternativa a edifícios de uso fixo;
- Cidades compactas, em alternativa à dispersão;
- Utilização de recursos renováveis;
- Uso flexível do mercado imobiliário.

Uma consciência da problemática ambiental e correspondente relação com o ambiente construído tem origem num longo percurso iniciado no Século XX [2].

Em 1960, um número de cientistas começou a estudar o ambiente natural e tornou-se ciente das questões relacionadas com os impactes negativos derivados dos processos de manufactura, dado o aumento do consumo de recursos naturais, e da poluição do ambiente.

Contudo, apenas na década de 1970, com a primeira crise energética e o triplicar do custo do petróleo no espaço temporal de um ano, se produzem consequências directas na construção de edifícios, pela concepção e incorporação de soluções com o objectivo de redução no consumo de energia.

Nos derradeiros anos do século passado é identificado o fenómeno do aquecimento global, atribuindo-se tal situação, à produção de grandes quantidades de gases com efeitos de estufa, como o dióxido de carbono. É apresentada uma listagem de químicos usados em diversas indústrias, que ao danificarem a camada de ozono, aumentam o risco de exposição da Terra aos raios ultravioletas.

A indústria da construção respondeu a estes desafios pela averiguação, proibição e procura de alternativas na utilização de materiais e substâncias aplicadas nos equipamentos de refrigeração ou na protecção contra incêndios.

De forma gradual e nas últimas décadas, um conjunto de legislação ambiental tenta reduzir o impacte humano sobre o meio ambiente. Associados à concepção e construção de grandes edifícios, passam a ser obrigatórias avaliações de impacte ambiental, de modo a estabelecer a natureza e extensão desses mesmos impactes, quer durante a fase de construção como subsequente vida útil do edifício, de forma a identificar e propor medidas de mitigação.

Uma área onde há uma mudança significativa de abordagem é no melhoramento da eficiência energética dos edifícios. Esta situação deve-se ao facto de que o consumo de energia é algo de fácil medição e as reduções podem ser avaliadas de uma forma imediata.

A construção de edifícios, como consumidor de recursos e gerador de impactes ambientais, económicos e sociais significativos, apresenta implicações relevantes. Incorporada num panorama mais vasto de preocupações, estão em causa um conjunto de cenários estratégicos globais e abrangentes, onde o factor em causa é a própria manutenção, avanço ou colapso civilizacional.

Uma sequência de desafios e constrangimentos imediatos são identificados [3]:

- As tendências das alterações climáticas irão continuar a manifestar-se e as condições de vida em algumas regiões do Mundo irão alterar-se dramaticamente;
- Como resultado das alterações climáticas o número e severidade dos desastres naturais irão aumentar drasticamente e, mesmo as denominadas nações mais desenvolvidas serão afectadas em número e gravidade muito maior do que no passado;
- A necessidade de um fim imediato da destruição e exploração dos recursos naturais em consequência do consumo sem limites e de implementação de uma utilização mais correcta dos recursos renováveis;
- A maioria dos combustíveis fósseis está a chegar a um limite de exploração e disponibilidade, havendo no entanto, uma urgência constante de prolongar esses recursos de modo a permitir às gerações futuras um Mundo digno e que seja habitável;
- A implementação de energias renováveis pode satisfazer as necessidades do Planeta em termos de consumo, mas no presente, estas tecnologias necessitam de um apoio constante para investigação e implementação.

Nos desafios e objectivos imediatos em relação aos edifícios, uma concepção criativa é necessária para reduzir o consumo de energia para valores próximos do zero durante a vida útil do edifício, no alargar de objectivos, num entendimento mais extenso dos assuntos da sustentabilidade e respectivas implicações no ambiente construído, na identificação dos processos de concepção e gestão de projectos, que possibilitem aumentar as capacidades de entendimento e controlo desta nova geração de edifícios em todo um ciclo de vida, da concepção, à construção, da operação, à reutilização ou desmantelamento.

De importância central, é imprescindível uma pesquisa e conhecimento abrangente dos elementos constituintes dos edifícios, para possibilitar que verdadeiras estratégias de desempenho global sejam implementadas e construídas. Para alcançar este objectivo é necessário a contribuição e o compromisso da totalidade dos actores implicados na indústria da construção, das autoridades governamentais, dos promotores e investidores, fabricantes e fornecedores de materiais e equipamentos, dos projectistas, aos utilizadores finais.

1.2 Objectivos do Trabalho

A presente investigação pretende abordar e estabelecer cruzamentos entre três matérias emergentes e essenciais para o futuro da concepção, gestão, e construção de edifícios:

- Concepção e construção eficiente;
- Planeamento integrado;
- Procura de perspectivas futuras.

Na actualidade, dois desafios antagónicos estão presentes nas ambições de concepção e construção de edifícios. Por um lado, uma procura de eficiência global de processos como já acontece na indústria automóvel e aeronáutica. Baseados neste princípio e ao cumprirem a sua função, estes edifícios são desmantelados e os materiais reciclados. No entanto, os donos dos edifícios têm a pretensão, que estes durem cada vez mais tempo e que haja uma aptidão de reutilização findo o primeiro ciclo de vida útil.

Neste entendimento, dois tipos de edifícios podem emergir [2]:

- Edifícios de grande precisão de concepção, de construção leve, produzidos em série, baratos e com pouca capacidade de serem adaptados para outros usos;
- Edifícios capazes de adaptação a um número indeterminado de usos, construídos para durar e constituindo um legado vivo para o futuro.

O planeamento integrado é um desafio e uma oportunidade para arquitectos e engenheiros. Esta abordagem implica mais do que uma mera integração dos sistemas de engenharia nos edifícios, o que obriga a uma colaboração total e unificada entre diversas disciplinas na busca de um conceito de edifício total. A integração favorece as capacidades de desempenho em alternativa aos aspectos ou objectivos individuais, em direcção a uma aproximação global, traduzida em oportunidades reais para uma redução das ineficiências e custos de operação [1].

No passado, a visão das engenharias passava por um entendimento baseado no domínio de um conjunto de conhecimentos. No futuro, o desafio está baseado no como se pode utilizar esse conhecimento para servir as necessidades dos clientes e da sociedade, no [2]:

- Criar edifícios que funcionem para os clientes e para os ocupantes;
- Criar valor para o cliente;
- Explorar o desconhecido, gerir os riscos, e mostrar confiança;
- Reduzir os impactes dos edifícios no meio ambiente;
- Realizar as ambições dos clientes e da sociedade.

Procura-se pois, o detectar de todo um vasto espólio de conhecimento recente sobre as temáticas da sustentabilidade aplicada aos edifícios, processos de melhoria das eficiências, energéticas, ecológicas, económicas, e processuais. No transformar dos achados multidisciplinares numa nova súmula, não se pretende responder e solucionar problemas, objectivo prioritário, descobrir os desafios do futuro.

1.3 Metodologia Utilizada

A elaboração da presente dissertação está suportada pelo entendimento e aplicação de um metodologia específica que se suporta nos seguintes momentos fundamentais:

- Escolha do tema principal;
- Definição de uma metodologia a aplicar;
- Angariação de documentação;
- Análise e codificação da documentação;
- Síntese e redacção do texto.

Pela escolha e definição do tema em estudo, cuja sinopse máxima se encontra já no título da dissertação, Edifícios Auto-Suficientes: Gestão Sustentável Integrada, estabelece à partida um conjunto de direcções temáticas a pesquisar, a saber: edifícios; biodiversidade; clima; energia; sustentabilidade; processos de concepção; integração; avanços tecnológicos; regulamentação e normas; metodologias de avaliação; sistemas industriais; gestão e economia.

Suportado pelas teorias da informação que advogam que na obtenção de saber há uma necessidade prévia para ignorar um conhecimento inicial, pelo possibilitar de uma indeterminação e uma consequente valorização de análise, opta-se pela aplicação de uma metodologia mental dedutiva, no objectivo de encontrar e decifrar as premissas contidas no objecto inicial em estudo [4].

Este tipo de investigação, denominada de *desktop research* [5], apoia-se numa pesquisa bibliográfica, análise e tratamento idêntico das fontes primárias, recorrendo-se no caso concreto do presente texto, a uma revisão dupla de índole quantitativo e qualitativo.

A partir dos temas definidos inicialmente, a angariação de documentos é dirigida para o decifrar e, consequente acesso, do maior número possível de publicações de referência e relatórios de organizações relevantes. Dada a actualidade de muitas das questões em estudo, procura-se aceder a documentação recente e em contínua divulgação e edição, num esforço de actualização permanente.

Procede-se de seguida a uma organização sistemática do material em diferentes categorias de forma estruturada para permitir uma análise posterior. A partir deste procedimento realiza-se uma comparação crítica, na procura de similitudes e diferenças entre as matérias em trabalho.

Da análise da documentação derivam um conjunto de constatações. Este processo engloba uma gestão de dados, na redução do seu tamanho âmbito, numa análise da própria gestão dos dados, no resumir e generalizar das questões colocadas, num funcionamento de apoio dos indicadores e argumentos detectados.

Simultaneamente, há que manter defensável e acessíveis os mecanismos internos da pesquisa, numa capacidade de generalização, para permitir o mesmo relacionar das descobertas se realizadas por outros, numa fidedignidade no replicar das constatações para possibilitar uma validação final [4].

Por fim, procede-se à elaboração do texto final da presente dissertação, no agrupar e verificação das diferenças e similitudes, no objectivo de construção de uma síntese que no cruzar de conteúdos, alargue o estado do conhecimento das matérias em estudo, e que levante novas questões e desafios para um desenvolvimento futuro.

1.4 Estrutura da Dissertação

O presente trabalho apresenta-se dividido em seis capítulos distintos.

No Capítulo 1, Introdução, faz-se uma breve introdução ao tema, apresenta-se um enquadramento das implicações e introdução das questões ambientais na concepção e construção de edifícios, demarcam-se os objectivos e o interesse do tema em estudo, e explica-se a metodologia aplicada na pesquisa e tratamento da documentação angariada.

No Capítulo 2, Sustentabilidade e Ambiente Construído, procura-se balizar as enunciações e conceitos no cruzamento entre a sustentabilidade e o ambiente construído, no identificar dos desafios globais no que concerne ao ambiente, à economia, ao delapidar de recursos, apresentam-se princípios, motivadores e políticas para a sustentabilidade, expõem-se definições para uma construção sustentável e de eficiência energética, marcam-se direcções no sentido de repensar e transformar a indústria da construção.

No Capítulo 3, Processos e Mecanismos de Projecto, introduz-se os princípios e definições de projecto integrado, estabelecem-se comparações entre o processo de integração e uma abordagem tradicional, abordam-se os benefícios e estratégias para uma gestão dos processos de integração, as implicações na organização e estrutura das equipas, documentação e gestão do trabalho colaborativo, enunciam-se processos e requisitos da construção integrada.

No Capítulo 4, Estratégias de Desempenho dos Edifícios, faz-se uma descrição exaustiva de diversas estratégias e procedimentos de concepção para se alcançar uma optimização sustentável alargada nos edifícios, apresentam-se indicadores e critérios de desempenho para uma abordagem completa, balizam-se princípios, métodos e oportunidades para a eficiência energética e, por fim, identificam-se um conjunto de implicações e perspectivas de aperfeiçoamento tecnológico.

No Capítulo 5, Gestão Sustentável Integrada, procura-se analisar e relacionar um conjunto de matérias essenciais para uma correcta avaliação e gestão dos edifícios, da eficiência de processos de projecto às eficiências de operação. São pois apresentados modos de desenvolvimento e abordagens estratégicas, expostos desafios e objectivos para transformação do mercado em direcção à eficiência total nos edifícios, estabelecem-se cenários, identificam-se normas, legislação e instrumentos de apoio. São estudados diversos meios para a concepção de construção e gestão de edifícios numa abordagem global e integrada da totalidade do ciclo de vida, analisados sistemas e metodologias de avaliação e desempenho dos edifícios, incorporadas noções de aquisição responsável de serviços e produtos no âmbito da sustentabilidade, avaliadas as implicações da operação, manutenção e desmantelamento de edifícios, em direcção ao objectivo de optimização dos consumos de energia, água, recursos, e ausência de desperdícios.

No Capítulo 6, Conclusões, procede-se a uma síntese das conclusões obtidas na realização da presente dissertação, exemplificam-se quais os limites e falhas detectadas, e são expostos um conjunto de oportunidades para um continuar de investigação e desenvolvimentos futuros.

§

Introdução

CAPÍTULO 2: Sustentabilidade e Ambiente Construído

2.1 Desafios Globais

A relevância do sector da construção na União Europeia representa cerca de 10% do Produto Interno Bruto e 7% da força de trabalho. Os edifícios representam uma grande parte do consumo final de energia na União Europeia, com um valor de 42% e, produzem cerca de 35% de todas as emissões de gases com efeito de estufa [6].

2.1.1 Desenvolvimento sustentável

O aperfeiçoamento e a utilização da energia devem estar colocados num contexto de desenvolvimento sustentado, para garantir que nenhuma dimensão, recursos ou política, são omitidos. A OCDE, *Organisation de Coopération et de Développement Economiques,* sugere um conjunto de políticas para promover uso da energia em direcção a um desenvolvimento sustentado [7]:

- Regulações e normas para redução da poluição do ar e emissões de gases com efeitos de estufa;
- Instrumentos económicos, como taxas de carbono e comércio de emissões, para tornar internos os custos ambientais e promover a inovação do sector da energia;
- Pesquisa e desenvolvimento públicos e, incentivos à pesquisa e desenvolvimento no sector privado em áreas prioritárias de energia, como a captura e armazenamento de carbono e a energia solar;
- Iniciativas de consumo sustentável para promover a utilização de alternativas de eficiência energética nas utilizações finais;
- Reformar os subsídios de energia e de transportes para remover as distorções de mercado no sector da energia;
- Estabelecer ambientes de negócios favoráveis e condições para encorajar o investimento em sistemas e infra-estruturas de energia;
- Inclusão da energia como parte integral do planeamento e desenvolvimentos em cooperação;
- Coordenação de políticas relacionadas com a energia em todos os domínios através de estratégias de desenvolvimento sustentável.

Tabela 2.1: Sinergias entre a protecção ambiental e a economia [8]

Redução nos danos ambientais	**Redução nos custos**
▪ Minimizar o consumo de energia.	▪ Redução dos custos nos locais de trabalho.
▪ Minimizar o uso de materiais.	▪ Redução dos custos na construção e espaços de trabalho.
▪ Minimizar as emissões tóxicas.	▪ Redução de taxas e redução custos ▪ Baixa responsabilidade ao risco.
▪ Minimizar os desperdícios.	▪ Redução custos nos locais de construção.
▪ Fechar os ciclos de vida dos materiais.	▪ Segurança de custos a longo termo. ▪ Vantagens estratégicas competitivas a longo termo.
▪ Aumentar o uso dos recursos renováveis.	▪ Redução de custos nos edifícios e locais de trabalho.

2.1.1.1 Valores de desenvolvimento

Modos para se obter um desenvolvimento sustentável [9]:

- **Valor ambiental:** O desenvolvimento sustentável envolve uma concentração substancial do valor real dos ambientes naturais, construídos, e culturais. Este destaque surge porque a qualidade ambiental é geralmente entendida como um factor importante que contribui para o sucesso dos objectivos tradicionais de desenvolvimento como aumentar os lucros, ou porque a qualidade ambiental é entendida como parte de um objectivo de desenvolvimento mais amplo e instrumental na procura de uma melhoria na qualidade de vida;
- **Futuro:** O desenvolvimento sustentável envolve uma preocupação não apenas do horizonte a curto e médio prazo, mas simultaneamente, a um longo prazo, que influenciará o impacte na herança das futuras gerações e na sua qualidade de vida;
- **Equidade:** O desenvolvimento sustentável coloca uma ênfase no acautelar das necessidades dos menos afortunados nas sociedades, equidade inter-social, e num tratamento justo das gerações futuras, uma equidade inter-geracional.

Estes conceitos estão integrados no desenvolvimento sustentável através de um entendimento geral de que as futuras gerações deverão ser compensadas pelas reduções nas dotações dos recursos, consequência das acções das gerações do presente.

2.1.1.2 Neutralidade climática

O termo *Neutralidade Climática* é utilizado pelas Nações Unidas para identificar um modo de vida que não produza emissões de gases de efeito de estufa. Esta posição deverá ser alcançável através da redução da emissão destes gases num máximo valor possível e na utilização de compensações nas emissões de dióxido de carbono, de modo, a neutralizar emissões reminiscentes.

São identificadas quatro razões de imperativo fundamental para se optar na direcção a uma neutralidade climática [10]:

+ Poupar o clima

As consequências produzidas pelas alterações climáticas ameaçam a estabilidade do Planeta, colocando este, numa rota para um clima imprevisível. Secas, cheias e outras formas extremas de condições atmosféricas passarão a ser frequentes, ameaçando o abastecimento da cadeia de alimentação. Plantas e animais que não se consigam ajustar irão desaparecer. O nível dos oceanos está a aumentar o que força as populações das zonas costeiras a migrar. A comunidade científica alerta para que a temperatura não deva aumentar mais de 2ºC positivos em relação aos níveis pré-industriais, de forma a evitar os efeitos devastadores das alterações climáticas e manter os custos da adaptação a um planeta mais quente toleráveis.

+ Preservar os recursos naturais

Há uma evidência de um novo e diferente tipo de ameaça ao desenvolvimento, já que em breve, a provisão existente de combustíveis fósseis como o gás e o petróleo, irá estar esgotada. Uma vez que a sociedade actual depende destas matérias-primas, não apenas para produção de energia, aquecimento, electricidade e iluminação. Também a agricultura, indústria farmacêutica, e as comunicações, dependem das reservas actuais dos combustíveis fósseis. Apenas se pode alcançar uma segurança energética numa alteração de paradigma, da mudança da dependência dos combustíveis fósseis em direcção a novas formas alternativas de produção de energia.

+ Proteger a saúde humana

Emissões relacionadas com a queima de combustíveis fósseis têm consequências na saúde humana, já que, de acordo com a Organização Mundial de Saúde, a poluição do ar causa mais de três milhões de mortes a nível mundial. A poluição está disseminada de forma global, é gerada pelos veículos e indústria em geral, danifica todo o meio ambiente através da criação de chuvas ácidas e fumos.

+ Estimular a economia

Indivíduos que reduzam o consumo de energia e, portanto, reduzam o impacte no clima, poupam em recursos monetários. A um nível macroeconómico, as oportunidades económicas surgem das medidas tomadas para redução das emissões do gases de efeito de estufa, como no melhoramento do isolamento dos edifícios que, para além de diminuir os custo da utilização de energia, potencializam o crescimento económico do sector e criação de novos empregos.

São identificadas duas estratégias para atacar as alterações climáticas [10]:

+ Mitigação

Redução das emissões dos gases de efeito de estufa significa uma tentativa de mitigação das alterações climáticas, num esforço de redução dos impactes expectáveis. Esta atitude inclui a utilização de novas políticas, tecnologias inovadoras, e uma mudança do estilo de vida actual.

+ Adaptação

Estratégia cujo objectivo é o estabelecer uma preparação às alterações previsíveis originadas pela inércia em relação aos efeitos das alterações climáticas. A proposta para uma neutralidade climática é uma forma de mitigação, o que permitirá uma redução dos danos já previsíveis. Esta situação levará à necessidade para uma adaptação e um aliviar dos custos no adaptar. A adaptação e a mitigação podem complementar-se e em conjunto reduzir de forma significativa as consequências das mudanças climáticas causadas pelas actividades humanas.

2.1.2 Cenários futuros

As Nações Unidas produziram um estudo denominado de SRES, *Special Report on Emission Scenario,* onde são propostos um conjunto de quatro cenários futuros, baseados no conhecimento actual da ciência no que concerne às alterações climáticas, desenvolvimento económico e demográfico [11]:

+ Primeiro cenário

Descreve o futuro de um mundo global com um crescimento económico acentuado, onde a população atinge um pico a meio deste século e, declina posteriormente dada a rápida introdução de novas e mais eficientes tecnologias. Principais temas residem na convergência entre regiões, capacidade de construção, e aumento das interacções culturais e sociais, com uma substancial redução das diferenças regionais. Este cenário divide-se em três subgrupos que descrevem direcções alternativas nas mudanças tecnológicas dos sistemas energéticos, a saber: fóssil intensivo; sem fontes de energia fósseis; equilíbrio entre todas as fontes.

+ Segundo cenário

Cenário que descreve o futuro de um mundo heterogéneo. O tema principal baseia-se num conceito de auto-resiliência e preservação das identidades locais. Padrões de fertilidade entre regiões convergem de modo muito lento, no que resulta num contínuo aumento da população. O desenvolvimento económico está orientado de forma regional e o crescimento económico e tecnológico apresenta-se mais fragmentado e lento em relação à previsão dos restantes cenários.

+ Terceiro cenário

Descreve um mundo em convergência mantendo a mesma população global, que chega a um pico a meio do século com subsequente declínio, mas no entanto, apresenta uma rápida mudança nas estruturas através de uma economia de serviços e informação, com reduções na intensidade de uso dos materiais e tecnologias de eficiência para uma utilização de recursos. Ênfase nas soluções globais em rumo a uma sustentabilidade económica, social e ambiental, incluindo um aumento da equidade global, mas sem um adicionar de iniciativas climáticas.

+ Quarto cenário

Apresenta um mundo com uma ênfase nas soluções locais para uma sustentabilidade económica, social e ambiental. Um mundo com um aumento populacional a um nível mais diminuto em relação a outros cenários, níveis intermédios de desenvolvimento económico, e uma mudança mais lenta e menos diversa em termos tecnológicos. Este cenário está também orientado em direcção a uma protecção ambiental e de equidade social, mas focalizado para a um nível local e regional.

Um conjunto de tendências recentes de avaliação da influência humana em relação a orientações para eventos meteorológicos extremos detectados no fim do século XX, dá origem a um especular de cenários de probabilidades futuras (Tabela 2.2).

Tabela 2.2: Tendências recentes da avaliação de influência humana recente e probabilidades futuras baseadas nos cenários IPCC_SRES [11]

Fenómeno e direcção da tendência	**Probabilidade de ocorrência no fim século XX, após 1960**	**Probabilidade da contribuição humana na ocorrência detectada**	**Probabilidade de ocorrências futuras baseadas em projecções para século XXI**
Dias mais quentes e menos dias e noites frias na maioria das áreas terrestres	▪ Muito provável	▪ Provável	▪ Virtualmente provável
Dias quentes e dias e noites muito quentes mais frequentes na maioria das áreas terrestres	▪ Muito provável	▪ Provável durante as noites	▪ Virtualmente provável
Temporadas quentes e vagas de calor. Aumento de frequência na maioria das zonas terrestres	▪ Provável	▪ Mais provável do que improvável	▪ Muito provável
Grandes eventos de precipitação. Aumento de frequência na maioria das áreas do planeta	▪ Provável	▪ Mais provável do que improvável	▪ Muito provável
Aumento de áreas afectadas por secas	▪ Provável em muitas regiões a partir de 1970	▪ Mais provável do que improvável	▪ Provável
Aumento da actividade ciclones tropicais	▪ Provável em muitas regiões a partir de 1970	▪ Mais provável do que improvável	▪ Provável
Aumento da evidência do aumento extremo do nível da água do mar	▪ Provável	▪ Mais provável do que improvável	▪ Provável

2.1.3 Preocupações ambientais

No que concerne à construção sustentável, a maioria das preocupações ambientais estão associadas a um conjunto de grupos envolvidos que têm um interesse especial, como os indivíduos, municípios, ou grupos de âmbito nacional. Enquanto cada assunto influencia os outros de algum modo, cada grupo pode relacionar-se com múltiplas áreas de interesse, as preocupações tendem a ser criadas por estes grupos [12].

As preocupações ambientais são alocadas num contexto para uma construção sustentável (Tabela 2.3). Cada uma direcciona-se para determinados aspectos da construção que têm factores ambientais identificáveis, onde os esforços dos movimentos que tomam em atenção estes aspectos, têm uma forte hipótese de, com sucesso, responder à maioria dos impactes ambientais dos edifícios. Há que ter em atenção que, contudo, o âmbito da actividade da indústria da construção é muito vasto e o grau nos quais estes impactes ambientais podem ser identificados e medidos variam significativamente.

Tabela 2.3: A crise ecológica e as preocupações ambientais relacionada com a construção [12]

Preocupações ambientais	**Escala do efeito**	**Enquadramento temporal**	**Aspectos relacionados com a construção**	**Grupos envolvidos**
Alterações climáticas	Global, regional	Séculos	▪ Impacte global ecológico. ▪ Eficiência energética. ▪ Uso solos. ▪ Eficiência de recursos e materiais. ▪ Transformações sociais.	Comum
Perda de biodiversidade	Global, regional, local	Anos, séculos	▪ Uso dos solos. ▪ Gestão da água. ▪ Impacte ecológico global. ▪ Transformações globais.	Municípios, indivíduos
Habitat, destruição e, impacte estético	Regional, local	Anos	▪ Uso dos solos. ▪ Gestão da água. ▪ Eficiência de materiais e recursos. ▪ Desenvolvimento comunitário. ▪ Transformações sociais.	Municípios, indivíduos
Esgotar dos recursos não renováveis	Global, regional, local	Séculos, anos	▪ Durabilidade. ▪ Eficiência dos recursos e materiais. ▪ Eficiência energética. ▪ Transformações sociais.	Nível nacional, indústria
Poluição do ar, terra, e da água	Regional, local	Anos, dias	▪ Processos de concepção e gestão. ▪ Uso dos solos. ▪ Durabilidade. ▪ Qualidade ambiental do ar. ▪ Gestão da água. ▪ Eficiência dos recursos e materiais. ▪ Transformações sociais.	Municípios, indivíduos
Pobreza	Global, regional, local	Anos, dias	▪ Capacidade financeira. ▪ Processos de concepção e gestão. ▪ Durabilidade. ▪ Eficiência energética. ▪ Desenvolvimento comunitário.	Comum

2.1.3.1 Concepção para a sustentabilidade

Para ser sustentável, a inovação de um produto deve cumprir com uma série de desafios relacionados com as pessoas, o planeta, a ganância, as expectativas sociais, e uma distribuição equitativa na cadeia global de valor, onde a inovação deve trabalhar dentro da capacidade de carga dos ecossistemas [13].

Podem ser descritos três tipos de impacte com consequências para uma sustentabilidade humana, no causar de danos ecológicos (Tabela 2.4), danos para a saúde humana (Tabela 2.5) e pelo delapidar de recursos (Tabela 2.6).

Tabela 2.4: Tipos de impacte: Danos ecológicos [13]

Tipos de Impacte	Descrição
Aquecimento global ou alterações climáticas	▪ Adição de gases de efeito de estufa para a atmosfera a partir da queima de combustíveis fósseis, agricultura, e práticas industriais. *Efeitos:* Alteração da temperatura, aumento da incidência de tempestades, desertificação, doenças tropicais, alteração das correntes oceânicas, aumento do nível dos oceanos.
Delapidar da camada de ozono	▪ Delapidar do ozono da estratosfera causado pela emissão de gases de efeito de estufa (CFC). *Efeitos:* Aumento das radiações de raios ultravioletas originando um aumento das ocorrências cancerígenas, redução da produtividade das plantas, algas marinhas e da vida biológica nas altas altitudes.
Chuvas ácidas	▪ Acidificação da precipitação pela emissão de sulfúricos e outras substâncias, com origem nos combustíveis fósseis. *Efeitos:* Dissolvência de metais nos solos que se tornam tóxicos para plantas e organismos aquáticos.
Eutrofização da água	▪ Adição de excesso de nutrientes na água leva à expansão das algas e a uma consequente redução de oxigénio disponível. *Efeitos:* Morte de peixes e outros organismos aquáticos.
Alteração de habitats e uso dos solos	▪ Modificação ou destruição física de habitats naturais para a agricultura, silvicultura, estradas e crescimento urbano. *Efeitos:* Primeira causa da perca de biodiversidade.
Ecotoxicidade	▪ Exposição de plantas, animais e outros elementos biológicos a substâncias tóxicas. *Efeitos:* Vasta gama de efeitos.

Tabela 2.5: Tipos de impacte: Danos na saúde humana [13]

Tipos de Impacte	Descrição
Fumos e poluição do ar	▪ Emissões de óxidos de nitrogénio geram ozono ao nível terrestre, outros poluentes do ar incluem partículas de pó e dióxidos sulfúricos. *Efeitos nos humanos:* Aumento da incidência de asma e outras desordens.
Substâncias prejudiciais à saúde	▪ Substâncias não cancerígenas que incluem irritações de pele, crescimento de inibidores.
Cancerígenos	▪ Substâncias causadores de cancro, mutação de genética.

Tabela 2.6: Tipos de impacte: Delapidar de recursos [13]

Tipos de Impacte	Descrição
Combustíveis fósseis	▪ Taxas de consumo actual de petróleo, gás, carvão, transformam os combustíveis em materiais, energia e dióxido de carbono numa quantidade e velocidade à qual a natureza não tem capacidade de reabastecimento natural.
Água potável	▪ Consumo de água potável e recursos aquíferos subterrâneos são formas de recursos tipicamente não renováveis. O acesso a água potável é um problema crescente a nível internacional.
Minerais	▪ Minérios são convertidos em metais e ligas que são eventualmente oxidados ou disseminados como desperdícios não recicláveis.

2.1.3.2 Biodiversidade e acção sustentável

O *Secretariat of the Convention on Biological Diversity,* no relatório *Global Biodiversity Outlook 2,* delimita um conjunto de objectivos para a biodiversidade a serem cumpridos até 2010, onde as seguintes áreas foram identificadas [14]:

- Redução da taxa de percas dos componentes da biodiversidade, o que inclui, biocasas, habitats e ecossistemas, espécies e populações, diversidade genética;
- Promover uso sustentável da biodiversidade;
- Lidar com as principais ameaças à biodiversidade, incluindo aquelas relacionadas com espécies invasoras, alterações climáticas, poluição e alteração de habitats;
- Manter a integridade dos ecossistemas e a provisão de bens e serviços providenciados pela biodiversidade nos ecossistemas, em apoio do bem-estar humano;
- Protecção do conhecimento tradicional e práticas de inovação;
- Garantir a troca justa e equitativa dos benefícios gerados a partir do uso genérico dos recursos;
- Mobilização de recursos financeiros e técnicos, das diferentes regiões e países.

Princípios das boas práticas para uma gestão de recursos [15]:

- Exploração dos recursos renováveis não deve exceder ritmos de regeneração;
- As emissões de resíduos poluentes devem ser reduzidas ao mínimo e não devem exceder a capacidade de absorção e de regeneração dos ecossistemas;
- Os recursos não renováveis devem ser explorados de um modo quase sustentável, limitando o respectivo ritmo de esgotamento ao ritmo de criação de substitutos renováveis;
- Realização de uma reutilização e reciclagem de resíduos resultantes da utilização de recursos não renováveis;
- Os processos económicos, sociais e ambientais estão fortemente integrados;
- O desenvolvimento sustentável vai para além da conservação ambiental;
- As actividades desenvolvidas no presente e no médio prazo devem garantir a satisfação global das necessidades das gerações futuras;
- O desenvolvimento sustentável apela a mudanças estruturais a longo prazo na economia e no sistema social, com o objectivo de reduzir o consumo dos recursos naturais, mantendo o potencial económico e a coesão social.

O *American Institute of Architects* através do seu *Sustainability Discussion Group* identifica um conjunto de princípios orientadores para uma acção sustentável [16]:

- Modelo ecológico que ilustra que fazemos parte da natureza e que todas as comunidades de todas as coisas estão conectadas;
- Uma sociedade sustentável concebe e constrói comunidades e estruturas conectadas, duradouras e renovadas;
- O uso eficiente de energias renováveis e de recursos naturais é tão importante como o uso eficiente dos recursos não renováveis;
- Há uma obrigação para conceber e manter edifícios e comunidades na transição da actual dependência de combustíveis fósseis, para uma capacidade de funcionamento desconectado e independente;
- Há um imperativo para construir melhor e para além dos riscos já conhecidos;
- Há uma oportunidade para definir novos caminhos profissionais para o futuro.

2.2 Sustentabilidade Alargada

Pode definir-se a sustentabilidade como a doutrina pelo qual o crescimento e desenvolvimento económico deve ter lugar e, ser mantido ao longo do tempo, dentro dos limites da ecologia num sentido mais lato, pelas relações entre os seres humanos, realizações e a biosfera, no seguir de uma protecção ambiental e desenvolvimento económico, como processos complementares em vez de antagónicos [16].

2.2.1 Geradores de desenvolvimento

O progresso humano apresenta uma evolução recente que se baseou na combinação de um conjunto de necessidades fundamentais, suportado num conjunto de redes, tecnologias, e aplicações tecnológicas, que originaram um desenvolvimento social e humano. Os problemas e desafios actuais têm de ser aprendidos para possibilitar um adequado enquadramento de determinação futura (Tabela 2.7).

Tabela 2.7: Os superciclos de Kondratiev do desenvolvimento social e económico [8]

Ciclos de Kondratiev	**Primeiro ciclo**	**Segundo ciclo**	**Terceiro ciclo**	**Quarto ciclo**	**Quinto ciclo**
	Motor a vapor, algodão	*Caminhos-de--ferro, transporte marítimo, aço*	*Electricidade, química*	*Mobilidade, petróleo, electrónica*	*Tecnologia de informação, ecologia*
	ANÁLISE				**PROJECÇÃO**
Pico de desenvolvimento	1825	1873	1913	1966	2015?
Necessidades fundamentais	Tornar o trabalho mais fácil	Tornar os recursos disponíveis a nível mundial	Tornar a vida urbana vantajosa	Promoção da individualidade e da mobilidade	Resolver os problemas para os nossos contemporâneos
Tipo de redes	Redes de comércio	Redes de transporte	Redes de energia	Redes de comunicação	Redes de conhecimento
Aplicações fundamentais	Máquinas	Locomotivas, estações de caminhos-de--ferro	Iluminação, cinema	Telefone, automóvel, televisão, processamento de dados, mísseis	Bens intangíveis, equipamento informático e bases de dados
Tecnologias	Vapor	Aço	Electricidade	Electrónica	Multimédia
Sinergias	Bens de consumo	Transporte marítimo	Química, alumínio	Produtos petrolíferos	Soluções para problemas ecológicos e sistemas de tráfego
Aplicações tecnológicas	Mecanismos	Grande alcance	Fábricas de grande escala	Sistemas de armamento	Tecnologias de segurança e ambientais

2.2.1.1 Motivadores para a sustentabilidade

Para se atingir uma sociedade baseada na sustentabilidade há que ter em consciência um conjunto de motivadores internos (Tabela 2.8) e externos (Tabela 2.9), impulso para alteração de comportamentos.

Tabela 2.8: Concepção para a sustentabilidade: Motivadores internos [13]

Pessoas	
Equidade social	▪ Redução de riscos em relação aos problemas sociais e de trabalho. Como resultado pode ajudar no evitar de problemas de reputação e imputação de responsabilidades.
Forte política social	▪ Aumento das motivações dos empregados. Estes podem ganhar eficácia e experiência dos projectos sociais e programas lançados por uma empresa.
Sistema de governação e gestão dos aspectos sociais	▪ Pode tornar as realizações das empresas mais visíveis para os investidores.
Planeta	
Marketing verde	▪ A concepção e produção de produtos com elementos de valor acrescentado de nível ambiental pode potencializar o valor e a reputação da marca.
Consciência ambiental	▪ Gestores estão conscientes da importância dos assuntos ambientais e desejam agir em concordância.
Lucro	
Alcançar novos consumidores	▪ Consumidores estão dispostos em consumir com base em pressupostos éticos.
Melhoria da qualidade do produto	▪ Confiabilidade e funcionalidade estão associadas aos produtos sustentáveis.
Redução de custos	▪ Reduções de custos podem ser obtidos no uso de material, energia, desperdícios, tratamentos de águas, transporte e sistemas de distribuição.

Tabela 2.9: Concepção para a sustentabilidade: Motivadores externos [13]

Pessoas	
Opinião pública	▪ Consumidores estão cada vez mais interessados no mundo que está na origem dos produtos que são adquiridos, o que leva às empresas a ter os aspectos ambientais e sociais em atenção.
Pressão das organizações não governamentais	▪ Práticas irresponsáveis por parte de empresas podem originar campanhas de boicotes que podem causar um dano significativo à reputação das empresas.
Planeta	
Requisitos legislativos	▪ Sobre o ambiente nas economias mais desenvolvidas pode forçar as empresas a uma postura mais proactiva.
Requisitos para revelação	▪ Informação em relação aos fornecedores e consumidores podem começar num processo de melhoramento nas empresas.
Esquemas de eco--etiquetagem	▪ Funciona como um elemento adicional para a estratégia de marketing das companhias.
Requisitos das organizações de consumidores	▪ Como a segurança, baixa toxicidade, e capacidade de reciclagem dos produtos são um incentivo à concepção para a sustentabilidade. Produtos que não sejam reconhecidos com uma boa classificação nestes aspectos podem deixar de se qualificar como uma boa escolha nos testes para os consumidores.
Pressão de grupos ambientalistas	▪ Têm forçado a indústria a eliminar determinadas substâncias e têm um papel de denúncia perante a opinião pública.
Pressão directa da comunidade de vizinhança	▪ É habitualmente direccionada em direcção às problemáticas ambientais e de risco de segurança e pode ter um forte impacte nas actividades de uma empresa.
Lucro	
Normas e critérios	▪ Aumento do rigor sobre os aspectos da sustentabilidade dos produtos o que força as empresas a melhorar os produtos.
Esquemas de subsídios	▪ Estão disponíveis em alguns países para melhorar os aspectos da sustentabilidade da produção e dos produtos. Subsídios sobre a energia e as matérias-primas estão a terminar de forma a obrigar as empresas a melhorar a eficiência na utilização de materiais e energia.
Competição dos fornecedores	▪ Está a evoluir para se introduzirem ou permanecerem na cadeia de fornecimento, obrigando as companhias a tornarem-se mais sustentáveis.
Reivindicação dos consumidores	▪ Para produtos mais saudáveis, seguros e mais responsáveis do ponto de vista social, aumentam as reivindicações sobre categorias específicas de produtos.
Competição de mercado	▪ Está a aumentar à medida que a competição aumenta a nível local e global. A indústria procura performances inovadoras, o que pode incluir a revisão dos aspectos da sustentabilidade dos produtos.

2.2.2 Exploração dos recursos

2.2.2.1 Sustentabilidade económica

Os princípios da sustentabilidade podem ser aplicados às diferentes actividades da acção humana no planeta. Propósitos para a sustentabilidade do ponto de vista económico, com o objectivo para preservar a capacidade produtiva, podem ser identificados [9]:

- **Eficiência:** Projectos implementados e os processos de produção utilizados devem ser eficientes e, portanto, ter máximo rendimento por unidade nos limites da tecnologia disponível. Nas economias de mercado, os valores de entrada e saída são medidos pelas correspondentes unidades monetárias;
- **Investimento:** A totalidade de recursos utilizados para a produção, compreendendo recursos humanos, naturais e manufacturados, não deve ser menosprezados. O investimento deve ser o suficiente ou pelo menos com capacidade de expandir os recursos base. Enquanto há um ganho de consumo a curto prazo no esgotar das provisões produtivas, num longo prazo está-se a destruir a capacidade para uma economia funcionar. O investimento requer que a economia gere um excedente para futuros investimentos;
- **Diversificação:** A origem e amplitude da entrada e saída dos recursos deve ser o máximo possível diversa, pelo que, um sistema num todo é menos vulnerável aos riscos internos e externos;
- **Equilíbrio externo:** O valor das importações e exportações deve estar equilibrado a um longo termo.

2.2.2.2 Sustentabilidade ecológica

Uma sustentabilidade ecológica como o caminho no qual os humanos devem interagir com a biosfera para manter a função de suporte de vida no planeta, assume-se pela [9]:

- **Biodiversidade:** Todas as espécies da flora e da fauna e seus habitats devem ser conservados, mantendo o potencial natural para a evolução das espécies;
- **Conservação dos ecossistemas:** A provisão dos recursos naturais ecológicos, como o território, solos e as águas de superfícies e biomassa, têm limites na sua regeneração. Ecossistemas desempenham uma função vital de suporte de vida e devem ser protegidos;
- **Inter-conectividade:** Melhoramentos na qualidade de vida ambiental num determinado país não devem ser obtido às custas de outros valores;
- **Aversão ao risco:** O futuro é imprevisível e é melhor ser prudente e tomar decisões baseadas no evitar do potencializar de más consequências, mesmo que isso signifique que o retorno não seja maximizado a curto prazo. Esta situação é de especial importância dado o limiar de desconhecimento onde mudanças incrementais podem dar origem a alterações sistémicas;
- **Escala de impacte:** Humanos devem minimizar o uso da massa e fluxos de energia relativa à massa total e fluxos de energia relacionados com o ecossistema.

Do ponto de vista da exploração dos recursos uma alteração de paradigma está já identificada no objectivo de direcção para uma sociedade que não produza desperdícios [17].

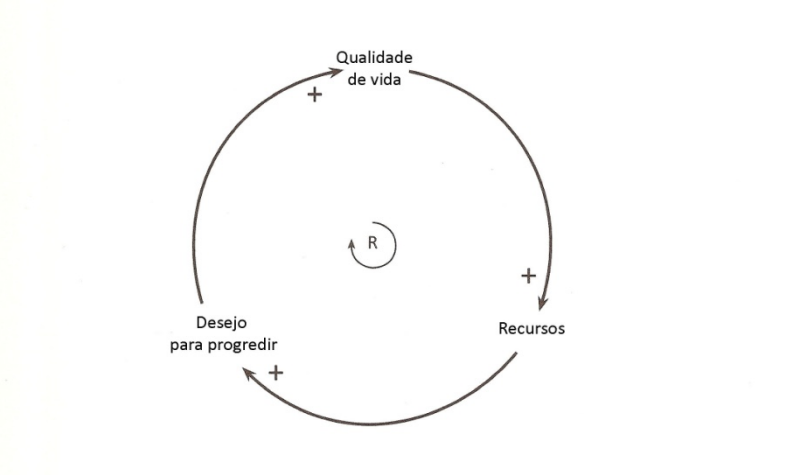

Figura 2.1: Diagrama da dinâmica do carácter do consumo actual [17]

O consumo conduz um ciclo pela definição do melhoramento da qualidade de vida fundamentado em termos materiais. A melhoria da qualidade de vida promove um aumento da extracção de recursos, o que, por seu turno, promove um novo e ainda maior desejo de melhoria da qualidade de vida. Este ciclo representa uma dinâmica indeterminável e interminável. A extracção de matérias-primas e o consumo são conduzidas de uma forma ilimitada pelo desejo contínuo de riqueza material (Figura 2.1).

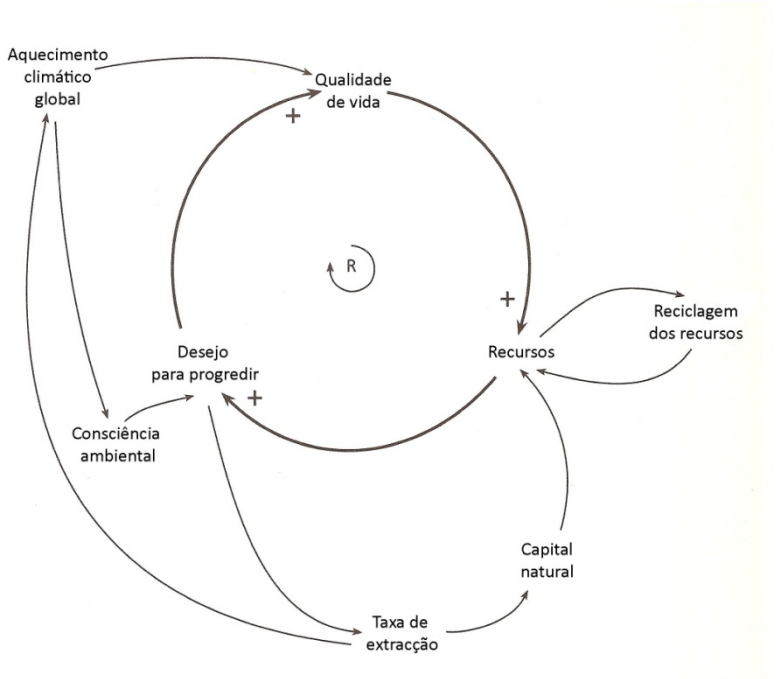

Figura 2.2: Diagrama da dinâmica dos constrangimentos causados pela escassez de recursos [17]

Se um consumo sustentável for o resultado de um processo de incremento da diminuição do consumo, este ciclo pode ser interrompido por um conjunto de forças contrárias. As decisões de consumo são influenciadas não apenas pelo desejo de um aumento do bem-estar pessoal, mas por um ciclo contrário que permite ao consumidor obter informação sobre o estado do mundo, mais concretamente, dos bens comuns. Este processo de retorno representa uma aprendizagem em resposta às grandes pressões derivadas do limite de exploração dos recursos (Figura 2.2).

2.2.2.3 Desmaterialização

Schmidt-Bleek, autor do conceito de desmaterialização por um Factor 10, identifica um conjunto de elementos básicos para uma sustentabilidade dos recursos naturais [18]:

- A falha principal do modelo dominante económico actual está na falta de incentivos para aumentar a produtividade dos recursos naturais;
- Esta falha origina uma situação perigosa porque a percentagem na utilização de recursos:
  - Não pode ser globalizada uma vez que seriam necessários dois planetas como base de recursos;
  - Não permite o desenvolvimento justo dos países pobres;
  - Aumenta o potencial para conflitos a nível mundial;
  - Aumenta a dependência de muitos países em relação a outros que são mais abençoados em relação aos recursos naturais;
  - Pode esgotar os recursos e serviços naturais, sem os quais a humanidade não pode sobreviver.
- Entre as políticas que os governos podem instituir para melhorar a situação, a preferência na emergência de instrumentos económicos, com um objectivo simultâneo de desmaterialização, na criação de emprego e fixação de taxas;
- Durante as próximas décadas, a produtividade na utilização dos recursos naturais tem de ser melhorada até um Factor 10, em comparação ao uso actual de consumo de recursos nos países ocidentais;
- A utilização dos recursos baseados na energia fóssil deve ser abandonado o mais rápido possível, através da troca das fontes inesgotável de energia com a ajuda de tecnologia desmaterializada;
- Objectivos de geração sustentável, expresso em termos mensuráveis, são necessários para monitorizar e gerir os processos em direcção a um futuro com futuro;
- Indicadores relativos à poupança de recursos devem ser estabelecidos para monitorizar o desenvolvimento ecológico, económico, social e institucional;
- Como os novos desenvolvimentos técnicos e sociais tendem a necessitar entre dez a vinte anos para se imporem, um processo de desmaterialização deve ter um início imediato;
- Os países de forma isolada não podem resolver sozinhos todas as necessidades de mudança.

Tabela 2.10: Soma global do consumo dos recursos [18]

Indicadores	**Tendências**
Atmosfera	▪ O clima global aqueceu em média entre 0,6 a 0,7 ºC nos últimos 100 anos e a maioria do aquecimento deve-se às actividades da acção humana.
Aquíferos	▪ Desde 1900, mais de metade das zonas aquíferas que contribuem para o ciclo hidrológico e para a diversidade biológica, estão perdidos.
Diversidade biológica	▪ Quer nos oceanos como na terra, a perca de espécies aumentou bruscamente e considera-se que actualmente o planeta se encontra no sexto período de extinção na sua história.
Solos	▪ Um valor estimado de 50% da área terrestre teve já impacte devido a uma influência directa humana e as qualidades de 23% das áreas agrícolas foram prejudicadas com consequências para a sua produtividade.
Água	▪ Mais de metade da água potável acessível é utilizada para propósitos humanos, resultando na exploração e sobre uso de imensas reservas subterrâneas.
Recursos	▪ Áreas de floresta diminuíram de 6 para 3,9 mil milhões de hectares no decurso da história humana e em mais de vinte e nove países, cerca de 90% das florestas foram devastadas desde do século XVI.
Bancos de pesca	▪ O uso excessivo das provisões piscícolas está a colocar o balanço ecológico dos oceanos e dos ecossistemas em risco.

2.2.2.4 Abobadem ecossistémica

Uma abordagem ecossitémica é uma estratégia para uma gestão integrada dos solos, água, e recursos vivos, que promove a conservação e o uso sustentável de um modo equitativo. Baseado em metodologias científicas dirigidas para uma organização biológica que engloba os processos essências, funções e interacções entre organismos e o meio ambiente. Reconhece os humanos, na sua diversidade cultural, como componente integrante dos ecossistemas e tem vindo a ser aplicada no âmbito do ambiente construído, como parte integrante do ecossistema global.

São doze os princípios fundamentais para uma abordagem ecossistémica [14]:

- Os objectivos da gestão dos solos, água e recursos vivos como matéria de escolha social;
- Gestão deve ser descentralizada a nível apropriado mais baixo;
- Gestores de ecossistemas devem considerar os efeitos, actuais e potenciais, das respectivas actividades nos ecossistemas adjacentes;
- Reconhecer os ganhos potenciais da gestão, o que implica um entendimento e gestão de um ecossistema num contexto económico. Cada gestão de ecossistema deve incluir:
  - A redução das distorções de mercado que afectam de forma negativa a diversidade biológica;
  - Alinhar incentivos para promover uma conservação da biodiversidade e utilização sustentável;
  - Internalizar os custos e os benefícios num determinado ecossistema na extensão da viabilidade.
- Conservação da estrutura e funcionamento de um ecossistema, de modo a manter os serviços desse ecossistema, devem ser uma prioridade;
- Ecossistemas devem ser geridos dentro dos limites do seu funcionamento;
- Abordagem ecossitémica deve ser realizada nas escalas espaciais e temporais apropriadas;
- Reconhecer a variedade das escalas temporais e efeitos de retardamento que caracterizam os processos dos ecossistemas, a gestão dos objectivos para os ecossistemas devem ser realizados a longo prazo;
- A gestão deve reconhecer que a mudança é inevitável;
- Aproximação ecossistemática deve procurar um equilíbrio apropriado entre, e a integração, da conservação da diversidade biológica;
- Aproximação ecossistemática deve considerar todas as formas de informação relevante, incluindo o conhecimento científico, indígena e local, inovações e práticas;
- Aproximação ecossistémica deve envolver todos os sectores relevantes da sociedade e disciplinas científicas.

Como guia operacional são identificados cinco pontos [14]:

- Foco nas relações e processo dentro dos ecossistemas;
- Realçar a partilha de benefícios;
- Uso de práticas de gestão adaptativa;
- Realizar acções de gestão na escala apropriada para o assunto em avaliação, num nível baixo e descentralizado, como forma mais apropriada;
- Garantir uma cooperação inter-sectorial.

2.2.3 Edifícios e ambiente construído

2.2.3.1 Declaração para um futuro sustentável

No congresso mundial de arquitectos da UIA, *Union International des Architectes*, realizado em Chicago em 1993, foi produzida uma declaração de interdependência para um futuro sustentável. Em reconhecimento de [19]:

- Uma sociedade sustentável restabelece, preserva e realça, a natureza e a cultura em benefício de toda a vida, presente e futura; um meio ambiente diversificado e saudável é intrinsecamente valioso e essencial para uma sociedade saudável; a sociedade actual está a degradar-se de forma séria o ambiente e não é sustentável;
- Somos interdependentes do ponto de vista ecológico com todo o meio ambiente natural; somos socialmente, culturalmente, e economicamente interdependentes com toda a humanidade; sustentabilidade, no contexto desta interdependência, requer parcerias, equidade e equilíbrio entre todas as partes;
- Edifícios e o ambiente construído representam um papel importante no impacte humano no ambiente natural e na qualidade de vida; uma concepção sustentável integra uma consideração dos recursos e da eficiência energética, edifícios saudáveis e materiais, uso sensível ecológico e social dos solos e uma sensibilidade estética afirmativa; concepções sustentáveis podem reduzir de forma significativa os impactes adversos humanos no ambiente natural, enquanto que, de forma simultânea se melhora a qualidade de vida e o bem-estar económico.

2.2.3.2 Agenda 21 para a construção sustentável

A CIB, na Agenda 21 *for Sustainable Construction,* define um conjunto de elementos chave baseado em diversas aproximações sobre a construção sustentável, desde uma procura de redução no uso de fontes de energia renovável, à problemática do esgotar dos recursos naturais [20]:

- Problemas físicos conectados à questão dos recursos;
- Problemas biológicos conectados à vida dos seres humanos;
- Problemas sociológicos nas facetas sociopolíticas, socioeconómicas, e sociocultural;
- Conservar as áreas naturais e a biodiversidade;
- Manter a qualidade de vida do ambiente construído e gestão da qualidade de ar interior.

A um nível mais detalhado, os seguintes tópicos extrínsecos e intrínsecos, são identificados [20]:

- Valor para a qualidade e propriedade;
- Responder às necessidades dos utilizadores no futuro, flexibilidade e adaptabilidade;
- Ciclo de vida prolongado;
- Utilização dos recursos naturais;
- Processos de construção;
- Utilização eficiente dos solos;
- Economia no uso da água;
- Utilização de produtos derivados;
- Distribuição de informação relevante às tomadas de decisão;
- Serviços imateriais;
- Desenvolvimento urbano e mobilidade;
- Recursos humanos;
- Economia local.

2.2.3.3 Princípios de Hanôver

Preparados para a Expo 2000, os Princípios de Hanôver, são um conjunto de objectivos com a finalidade de inspirar uma aproximação à concepção que vá ao encontro das necessidades e aspirações do presente, sem comprometer a capacidade do planeta de suster um futuro sustentado [21].

- **Coexistência com a natureza:** Insistir no direito da humanidade e da natureza em coexistirem em condições saudáveis, diversas e sustentáveis;
- **Reconhecer a interdependência:** Os elementos das concepções humanas interagem e dependem do mundo natural, com uma vasta e diversas implicações de escala. Expandir as condições de projecto para reconhecer mesmo os efeitos mais distantes;
- **Respeitar as relações entre espírito e matéria:** Considerar todos os aspectos dos assentamentos humanos incluindo as comunidades, habitações, indústria, em termos das conexões existentes, e em desenvolvimento entre uma consciência espiritual e material;
- **Responsabilidade social:** Aceitar a responsabilidade para as consequências das decisões de projecto nos seres humanos, a viabilidade dos sistemas naturais e no seu direito de existência;
- **Criar objectos de valor durável:** Não sobrecarregar as gerações futuras com a necessidade de manutenção e administração de vigilância dos perigos potenciais devido à utilização menos cuidado de produtos, processos ou normas;
- **Eliminar o conceito de desperdício:** Avaliar e optimizar a totalidade do ciclo de vida dos produtos e processos, num aproximar do estado dos sistemas naturais, no qual não há desperdícios;
- **Confiar nos fluxos de energia natural:** As concepções humanas devem, como no mundo natural, derivar das forças criativas dos ganhos perpétuos solares. Incorporar esta energia de forma eficiente e de forma segura para uma utilização responsável;
- **Entender as limitações dos projectos:** Nenhuma criação humana dura eternamente e os projectos não resolvem todos os problemas. Aqueles que criam e planeiam devem praticar com humildade perante a natureza. Tratar a natureza como um modelo e mentor, não como uma inconveniência para ser evadida ou controlada;
- **Procurar de melhoramento constante pela partilha de informação:** Encorajar a comunicação directa e aberta entre colegas, clientes, fabricantes, e utilizadores, para conectar considerações sustentáveis de longo prazo com uma responsabilidade ética, e restabelecer uma relação integral entre os processos naturais e as actividades humanas.

Estes princípios devem ser entendidos como um documento vivo, comprometido para o transformar e crescer do entendimento da nossa interdependência com a natureza, para que nos possamos adaptar há medida que o nosso conhecimento do mundo se desenvolve.

2.2.3.4 Engenharia para um desenvolvimento sustentável

No que concerne às práticas de engenharia, a *The Royal Academy of Engineering,* estabeleceu um conjunto de doze princípios em direcção a uma aplicação concreta, rumo a um desenvolvimento sustentável (Tabela 2.11).

Tabela 2.11: Princípios para um desenvolvimento sustentável na engenharia [22]

Princípios	Orientação
Princípio 1 *Ver para além do local e do futuro imediato*	▪ Identificar os impactes potenciais positivos e negativos das acções propostas, não apenas a nível local mas para além do ambiente, organização e contexto imediato e local, e para o futuro. ▪ Procurar de minimizar o negativo, enquanto maximizar o positivo, a pensar no futuro.

Princípio 2 *Inovar e ser criativo*	▪ Não se deve procurar uma solução milagrosa ou uma única solução correcta. ▪ Soluções alternativas podem ser identificadas que se enquadrem numa aproximação de desenvolvimento sustentável. ▪ É difícil prever com certeza como estas alternativas se comportarão no futuro, há uma necessidade para providenciar soluções e flexibilidade para a mudança e outras acções para o futuro. ▪ Não há garantias que as soluções propostas sejam sustentáveis, há uma necessidade de utilizar da melhor forma as ferramentas, conhecimento e recursos, que estão disponíveis na actualidade.
Princípio 3 *Procurar uma solução equilibrada*	▪ Não procurar apenas um equilíbrio dos impactes adversos e positivos dos factores económicos, sociais e ambientais, mas obter ganhos em ambos os factores. ▪ Garantir que os recursos renováveis e recicláveis são utilizados de forma preferencial antes daqueles não renováveis e não recicláveis. ▪ Garantir que os recursos não renováveis são utilizados, onde possível, apenas para a criação de novos activos permanentes. ▪ Foco no futuro pelo menos em tanto como no presente. ▪ Procura da durabilidade, flexibilidade e baixo impacte nos produtos e infra-estruturas. ▪ Reconhecer que o ambiente é um sistema ecológico e avalia a capacidade de regeneração da natureza e do ambiente. ▪ Evitar alterações irremediáveis em materiais já refinados. ▪ Reconhecer que, o ampliar do capital social pode ser difícil de quantificar e este é um aspecto importante do desenvolvimento sustentável. ▪ Reconhecer que as soluções sustentáveis que são competitivas, serão promovidas e propagadas pelo mercado.
Princípio 4 *Procurar compromisso de todos os intervenientes*	▪ Empenhar os decisores a evidenciarem os diferentes pontos de vista, percepções, conhecimentos e técnicas para suportar os desafios. ▪ Técnicos devem participar de forma activa nas tomadas de decisão como cidadãos nos respectivos papéis profissionais.
Princípio 5 *Ter noção das necessidades e anseios*	▪ Empenhar os actores na identificação dos problemas, questionar ou desafiar problemas para serem resolvidos com antecipação. ▪ Garantir claridade das considerações, critérios e valores que os diferentes actores desejam ver ponderados, num enquadramento do que está a ser desafiado. ▪ Identificar os requisitos e constrangimentos legais de um determinado problema, assunto ou desafio a ser resolvido, para garantir que são reflectidos no respectivo enquadramento. ▪ Reconhecer a distinção entre necessidade e anseios e, entre uma necessidade real e percepcionada. ▪ Identificar as interdependências entre os factores económicos, sociais e ambientais, nestas necessidades e anseios. ▪ Decidir nos limites do sistema, que dever ser suficiente largo para abranger as influências previsíveis da sustentabilidade, mas não tão largo que o detalhe actual dos desafios seja perdido. ▪ Comunicar as oportunidades e constrangimentos de engenharia à equipa e aos decisores, de modo a explicar os julgamentos de valor sobre os aspectos de engenharia que estão incluídos no enquadramento geral. ▪ Utilizar um modelo apropriado para as aproximações propostas, para garantir um mais largo âmbito de opções é considerado inicialmente, no evitar de amarrar e diminuir as soluções tecnológicas de forma demasiado rápida. ▪ Reconhecer os assuntos legados por um projecto para utilizadores futuros e próximas gerações.
Princípio 6 *Planear e gerir com eficácia* {continua}	▪ Expressar os objectivos de forma aberta para que estes não excluam o potencial para soluções criativas no decorrer dos projectos. ▪ Reunir e examinar as evidências históricas e projecções futuras e pesar as evidências de relevância e importância para um determinado projecto. ▪ Incentivar o pensamento criativo. ▪ Definir quais os resultados pretendidos em termos de um equilíbrio apropriado nos factores económicos, sociais e ambientais, já identificados. ▪ Reconhecer que as ideias podem não ser postas em prática de forma imediata pode estimular a pesquisa para os próximos projectos, mas necessitam também de ser adequadamente registadas para poderem ser reactivadas. ▪ Procura constante de melhoramento, ou pelo menos manter, das práticas de

	sustentabilidade. ▪ Garantir que o esforço e os recursos dedicados para evitar um desenvolvimento não sustentado permanecem numa proporção aos efeitos antecipados. ▪ Manter as acções simples para melhor entendimento.
Princípio 7 *Dar à sustentabilidade o principio da dúvida*	▪ Demonstrar que uma sustentabilidade melhorada irá resultar nas acções propostas. ▪ Agir com precaução onde se considere que os efeitos das decisões podem ser permanentes e, se não há um conhecimento científico aperfeiçoado dos assuntos ou desafios a serem considerados. ▪ Apenas ignorar as desvantagens e benefícios dos impactes futuros quando estes são muito incertos. ▪ Reconhecer que o desenvolvimento sustentável depende no investimento para interferir no futuro e nutrir o presente.
Princípio 8 *Se os poluidores precisam de poluir então devem pagar*	▪ Evitar incorrer em custos de eliminar ou minimizar efeitos ambientais adversos. ▪ Praticar uma atitude responsável com o meio ambiente. ▪ Ampliar as perspectivas para além dos requisitos actuais da legislação. ▪ Explorar o horizonte para medidas emergentes e agir de forma correspondente. ▪ Satisfazer politicas de responsabilidade social que se aplicam e, promover o respectivo desenvolvimento onde estas não existem. ▪ Trazer as implicações sociais e ambientais para as opções em avaliação para que soluções equilibradas sem tomadas. ▪ Ter em atenção os custos potenciais directos e indirectos relativos às taxas ambientais.
Princípio 9 *Adoptar uma postura holística e de ciclo de vida fechado*	▪ Utilizar ferramentas de análise do custo do ciclo de vida global e avaliar os impactes sociais de todo o ciclo de vida, também denominado de avaliação da qualidade inter-geracional. ▪ Lidar com a incerteza mantendo um conjunto de opções em aberto para o futuro. ▪ Garantir que as concepções têm capacidade de serem mantidas e os materiais são adaptados para reutilização ou reciclagem. ▪ Pensar na quarta dimensão e garantir que a vida útil é apropriada para o produto ou projecto num determinado contexto. ▪ Endereçar as opções de fim de vida e evitar sempre que possível deixar aos sucessores, problemas relacionados com extinção das estruturas. ▪ Garantir que os recursos não renováveis são utilizados, sempre que possível, apenas para a criação de bens permanentes.
Princípio 10 *Fazer as coisas bem e decidir as coisas certas a fazer*	▪ Reter o foco da sustentabilidade nos resultados pretendidos para a implementação das soluções. ▪ Reconhecer que processos de construção, manufactura, produção e transportes são consumidores de recursos e necessitam de ser geridos com uma orientação sustentável activa. ▪ Apoiar as boas práticas actuais e ser céptico em relação a julgamentos infundados, de modo a decidir de forma apropriada nas acções a tomar. ▪ Estar informado das novidades técnicas e desenvolvimentos de mercado, para verificar as condições e previsões incorporadas nos projectos.
Princípio 11 *Ter em atenção as reduções de custo mascaradas como engenharia de valor*	▪ Evitar o sacrificar das ambições de incorporação dos temas da sustentabilidade quando apenas se busca uma redução de custos. ▪ Incluir efeitos adversos no valor da equação da sustentabilidade e no valor de engenharia. ▪ Ser autocrítico em relação aos valores e assunções fundamentais. ▪ Estar preparado para desafiar as nossas e assunções de outros. ▪ Reexaminar as primeiras preferências e submete-las a nova avaliação. ▪ Utilizar informações do mercado para monitorizar as assumpções sobre o comportamento do utilizador nos projectos e concepções; ▪ Procurar que os objectivos sobre desenvolvimento sustentável não estão a ser subvertidos por alterações não pretendidas de concepção ou alteração de comportamento dos utilizadores. ▪ Aceitar que, por vezes, a melhor solução será o adiar a criação e construção de um projecto ou infra-estrutura.
Princípio 12 *Praticar o que se prega*	▪ Prática diária não deve ser estar em constante alteração do que é solicitado por outros. ▪ Estar preparado para assumir a responsabilidade dos projectos apresentados e acreditar no que estes representam. ▪ Alteração pessoal antes de se pretender mudar os outros.

2.3 Modelos e Definições

A indústria da construção tem uma contribuição importante para a competitividade e prosperidade da economia. Uma infra-estrutura moderna e eficiente é um elemento chave na condução dos elementos construídos de um modo inovador e eficaz em termos de custos.

A concepção, construção, e operação do ambiente construído tem outros efeitos económicos importantes, tais como a percentagem de uso dos recursos. Os edifícios são responsáveis por uma grande percentagem de emissões de dióxido de carbono, consumo de água, um terço dos desperdícios e, um quarto de todas as matérias-primas utilizadas na economia. No que concerne ao impacte no ambiente construído, a indústria da construção é essencial na direcção para uma promoção do crescimento e desenvolvimento sustentável [23].

2.3.1 Definições da construção sustentável

Charles Kibert, propõe uma definição de aproximação para uma sustentabilidade na construção suportado em quatro elementos fundamentais, uma procura de concepção tendo em vista a protecção dos recursos, um cuidado na utilização e ocupação dos solos, medidas para uma correcta conservação de energia, uso eficaz da água, e uma integração dos ecossistemas [24].

+ Concepção para a protecção recursos

A consciência dos limites no uso dos recursos é aspecto central para a construção sustentável, a qual, pretende minimizar o consumo de recursos naturais e o impacte resultante nos sistemas ecológicos. Uma construção sustentável considera o papel e o potencial nas interfaces dos ecossistemas para providenciar serviços de um modo sinergético.

No que respeita à selecção de materiais, o fecho do ciclo dos materiais e a eliminação das emissões sólidas, líquidas e gasosas, são objectivos centrais para uma construção sustentável. Um ciclo fechado descreve um processo de manter os materiais num uso produtivo através da reutilização e da reciclagem, em alternativa em os considerar como desperdício no fim de vida útil dos edifícios. Porque a reciclagem não é totalmente eficiente de um ponto de vista termodinâmico, a dissipação de resíduos para a biosfera é inevitável. Produtos em ciclo fechado são mais facilmente desmantelados e os componentes têm a capacidade e o valor para serem reciclados.

Como parte de um sistema de concepção de edifícios sustentáveis, os produtos manufacturados são avaliados pelos respectivos impactes no ciclo de vida, o que inclui o consumo de energia e emissões durante a extracção dos recursos, transporte, manufactura dos produtos, instalação durante a construção, impactes de operação, e os efeitos originados pelos desperdícios.

+ Uso dos solos

Um uso sustentável dos solos é baseado no princípio que estes e, em especial os não utilizados ou o das reservas ecológicas, são recursos finitos, logo onde a urbanização deve ser minimizada. Um planeamento eficaz é essencial para criar formas urbanas eficientes e minimizar uma evolução urbana dispersa, o que origina uma necessidade no uso de transportes, aumento de combustíveis fósseis e altos níveis de poluição. Tal como outros recursos, os solos têm uma capacidade produtiva e devem ser restituídos ao seu uso produtivo logo que seja possível.

+ Energia e atmosfera

A conservação de energia é melhor conseguida através de uma concepção eficaz dos edifícios, o que integra três aproximações fundamentais:

- A concepção de um invólucro do edifício que seja muito resistente à transferência por condução, convecção, e radiação do calor;
- Utilize fontes de energias renováveis;
- Implementação global de concepções passivas.

Uma concepção passiva inclui a geometria dos edifícios, orientação, a massa e a condição da estrutura na utilização das características naturais e climatéricas, como a insolação solar, efeitos térmicos, ventos predominantes, topografia local, microclima, e a paisagem.

+ Uso da água

A disponibilidade da água potável é um factor que limita o desenvolvimento e a construção em muitas partes do mundo. Em certas regiões, mesmo nas condições normais, a exigência de água ameaça esgotar a disponibilidade natural existente. As alterações climáticas e os padrões erráticos no clima precipitaram os alertas do aquecimento global a um novo limite da disponibilidade deste recurso precioso. Como apenas uma pequena parte do ciclo hidrológico produz água potável, a protecção das fontes subterrâneas e de superfície atingem um ponto crítico, já que, uma vez a água contaminada é extremamente difícil, se não impossível, reverter os danos.

+ Ecossistemas

Construção sustentável tem em consideração o papel e o potencial da interface dos ecossistemas para gerar serviços de um modo sinergético. Integrar os ecossistemas com o ambiente construído pode desempenhar um papel importante nas concepções que se preocupam com a utilização dos recursos. Este tipo de integração pode ultrapassar os sistemas de manufactura convencionais e tecnologias complexas no controle das implicações externas nos edifícios, processamento de resíduos, absorção de águas pluviais, cultivar de alimentos, e o providenciar de uma beleza natural referida como amenidade natural.

2.3.1.1 Dimensões da construção sustentável

Sustentável significa o escolher um caminho social, económico, e de progresso politico que vá de encontro às necessidades do presente sem comprometer a capacidade para as futuras gerações de satisfazer as suas necessidades.

Três objectivos são identificados [25]:

- **Protecção ambiental:** Protecção do ar, água, solos, ecossistemas, e conservar dos recursos, incluindo os combustíveis fósseis, através da preservação do planeta para as gerações futuras;
- **Responsabilidade social:** Melhoria da qualidade de vida para os indivíduos, comunidades, e a sociedade como um todo;
- **Prosperidade económica:** Redução de custos, acréscimo de valor e criação de oportunidades económicas para os indivíduos, organizações e comunidades.

A aplicação pelos projectistas destas dimensões conceptuais, tomam uma posição holística em todos os aspectos da concepção das edificações, através da implantação, eficiência no uso da água, minimização consumo de energia, uso dos materiais e recursos, da qualidade do ar interior, na operação, e manutenção dos edifícios (Tabela 2.12).

Tabela 2.12: Benefícios da construção sustentável [25]

	Económico	**Social**	**Ambiental**
Implantação sustentável	▪ Redução de custos para a preparação do local, limpezas, locais para estaleiros e vias de comunicação. ▪ Custos de energia mais baixos devido a uma correcta implantação dos edifícios. ▪ Menor custo de manutenção dos espaços verdes.	▪ Melhoria da questão estética dos edifícios e vizinhanças. ▪ Aumento das opções de transporte para os trabalhadores.	▪ Preservação dos solos. ▪ Menor uso dos recursos. ▪ Protecção dos recursos ecológicos. ▪ Conservação dos solos e água. ▪ Redução na utilização de energia e poluição do ar.
Eficiência no uso da água	▪ Custos iniciais mais baixos. ▪ Redução dos custos anuais com a água. ▪ Custos municipais menores para tratamento das águas de residuais.	▪ Preservação dos recursos de água para as gerações futuras e para uso recreativo e agrícola. ▪ Menores instalações para tratamento das águas residuais e contrariedades associadas.	▪ Menor uso de água potável e descargas poluentes nos cursos de água. ▪ Menor pressão para os ecossistemas aquáticos nas áreas com falta de água. ▪ Preservação dos recursos aquíferos para a vida selvagem e agricultura.
Eficiência no uso da energia	▪ Custos iniciais mais baixos, quando os sistemas podem ser minimizados recorrendo a soluções de energia integrada. ▪ Redução de 70% de consumo e custos de combustíveis e electricidade. ▪ Redução da exigência de novas infra-estruturas, diminuição custo de energia para os consumidores.	▪ Melhoria das condições térmicas, melhor satisfação do conforto dos ocupantes. ▪ Menor necessidade de novas instalações de distribuição de energia, linhas de transmissão e contrariedades associadas.	▪ Menor uso de electricidade e combustíveis fósseis e a respectiva diminuição poluição e emissões de dióxido de carbono. ▪ Diminuição dos impactes da produção e distribuição de combustíveis fósseis.
Materiais e recursos	▪ Diminuição dos custos iniciais devido à reutilização de materiais e utilização de materiais reciclados. ▪ Menor custo para tratamento dos desperdícios. ▪ Diminuição dos custos de substituição pela utilização de materiais mais duráveis. ▪ Menores custos municipais para novos aterros.	▪ Menos aterros e contrariedades associadas. ▪ Aumento do mercado para produtos de produção ambiental. ▪ Redução do tráfego devido à utilização de materiais locais e regionais.	▪ Menor pressão nos aterros. ▪ Redução de utilização de recursos virgens. ▪ Florestas mais saudáveis devido a uma melhor manutenção. ▪ Menor uso de energia para transporte de materiais. ▪ Aumento mercado de materiais reciclados.
Qualidade ambiental interior {continua}	▪ Produtividade organizacional devido ao melhoramento da performance dos trabalhadores, menor abstencionismo e redução da rotatividade.	▪ Redução de impactes adversos para a saúde. ▪ Melhoria da satisfação e conforto dos ocupantes. ▪ Melhor produtividade individual.	▪ Melhor qualidade do ar interior dos edifícios, incluindo uma redução das emissões de organismos voláteis, como o dióxido e o monóxido de carbono.

	▪ Menores custos com seguros por baixas de saúde. ▪ Redução ameaças de litigação.		
Operação e manutenção	▪ Redução dos custos de energia. ▪ Redução custos relacionados com queixas. ▪ Vida útil dos edifícios e equipamentos mais longa.	▪ Produtividade, satisfação, saúde e segurança para os ocupantes.	▪ Menos consumo de energia, tal como poluição atmosférica e emissões de dióxido de carbono e outros impactes ambientais da produção e utilização de energia.

Opções para implementar estratégias de energia sustentável suportam-se por decisões que são influenciadas pelo desenvolvimento de uma estratégia de concepção (Tabela 2.13), local (Tabela 2.14) e de escala dos empreendimentos (Tabela 2.15).

Tabela 2.13: Concepção e desenvolvimento: Estratégias de concepção [26]

Estratégias	**Descrição**
Redução das exigências de energia	▪ Redução das exigências de energia de um edifício ou de um grupo de edifícios através de técnicas passivas de concepção, oferecem uma base para implementar tecnologias de baixo ou zero emissões de carbono com uma eficácia de custo. Em acréscimo uma escolha de sistemas eficientes de aquecimento podem reduzir as emissões de carbono.
Fornecimento eficiente de energia	▪ Emissões de gases de efeito de estufa podem ser reduzidas de forma significativa pelo gerar de energia utilizando combustíveis fósseis convencionais de forma mais eficiente. Distribuição da energia através do calor, arrefecimento ou estações de abastecimento melhora ainda mais a eficiência. Tecnologia de energia renovável pode utilizar a mesma infra-estrutura.
Geração de energia renovável	▪ Incorporação de tecnologias de energia renovável nos edifícios ou em partes de redes de energia passa a ser exigido através de politicas prescritivas. Inovações tecnológicas e uma redução de custo das unidades significam que, se os sistemas de produção de energia renovável não são incorporados numa primeira fase, deve estar em consideração para introdução futuras.

Tabela 2.14: Concepção e desenvolvimento: Localização [26]

Localização	**Descrição**
Localizações urbanas	▪ Grandes densidades criam oportunidades para uma redução na utilização de energia em transportes como dos próprios empreendimentos e edifícios. Grandes densidades são ideais para o desenvolvimento de aquecimento e arrefecimento em comunidade e redes de distribuição suportadas por tecnologias de emissão de baixo ou zero carbono. Sistemas instalados e integrados em coberturas ou fachadas, como energia solar ou microgeração a partir do vento, são apropriadas para zonas urbanas.
Localizações suburbanas	▪ Estes empreendimentos têm habitualmente uma baixa densidade o que potencializa, sem o cuidado planeamento, o aumento de consumo em transportes e deslocações. Redes de energia sustentáveis podem ainda ser viáveis e há um vasto campo de oportunidade para instalação intensivo de tecnologias, como produção de energia a partir da biomassa e turbinas para produção a partir do vento de média escala. De forma geral, uma maior quantidade de área disponível nas coberturas permite uma maior facilidade de instalação das tecnologias renováveis.
Localizações nos limites rural-urbano	▪ Com baixa densidade, há uma maior potencialidade de integração de tecnologias renováveis dado uma maior disponibilidade de acesso solar e às correntes de vento. Disponibilidade de espaço e oportunidades para produzir biomassa pode gerar um retorno que pode ser um factor importante na escolha das tecnologias. Redes de energia sustentáveis podem abastecer grupos de habitações, ainda que as baixas densidades signifiquem que as oportunidades serão menos do que nas localizações urbanas e suburbanas.

Tabela 2.15: Concepção e desenvolvimento: Escala do empreendimento [26]

Escala	Descrição
Escala da cidade e dos bairros	▪ A energia sustentável incorporada a esta escala servirá de forma potencial toda uma cidade ou um conjunto de bairros e é provável que faça recurso na utilização de grandes porções de terreno. Oportunidades para criar uma rede diversa e integrada de custo eficiente como parte de um plano global de energia.
Escala dos quarteirões e das ruas	▪ Empreendimentos de grupos de edifícios, incluindo uma mistura de usos, oferecem oportunidades similares às da escala das cidades e dos bairros para se criarem redes de energia sustentável. Uma importância suplementar deve ser dada à análise do local e ao microclima. Nesta escala pode variar consideravelmente em tamanho, de um quarteirão individual a um conjunto de quarteirões.
Escala dos edifícios	▪ Empreendimentos de pequena dimensão, que incluem edifícios individuais, edifícios de apartamentos ou edifícios comerciais, fornecem uma oportunidade para integrar energia sustentável nos ou na envolvente dos edifícios. Estes podem operar como sistemas autónomos ou incorporados numa rede nacional ou local de energia. Redes sustentáveis de pequena escala podem também funcionar de forma eficiente para estes empreendimentos de pequena dimensão. Atenção especial deverá ser dada à concepção dos edifícios e da envolvente de modo a maximizar o potencial presente e futuro.

2.3.1.2 Compromisso para uma construção sustentável

O governo britânico através do *Strategic Forum for Sustainable Construction*, identificou um conjunto de compromissos essenciais como factores estratégicos para uma indústria da construção sustentável [23]:

- **Aquisição e integração:** Uma política de aquisição de sucesso requer uma fonte ética, permite que os melhores valores sejam alcançáveis e encoraja um envolvimento precoce na cadeia de distribuição. Uma equipa de projecto integrado trabalha em conjunto para alcançar as melhores soluções possíveis em termos de concepção, capacidade de construção, desempenho ambiental, e desenvolvimento sustentável;
- **Compromisso com as pessoas:** Valorizar das pessoas origina uma força de trabalho mais produtiva e comprometida, facilita o recrutamento e a retenção dos trabalhadores, e permite um compromisso positivo com as comunidades locais no processo de construção;
- **Liderança dos clientes:** Aspecto vital para o sucesso de cada projecto e possibilita à indústria da construção um desempenho óptimo;
- **Sustentabilidade:** Sustentabilidade está no cerne da concepção de projectos e no processo de construção. Uma aproximação sustentável trará benefícios globais e duradouros do ponto de vista ambiental, social e económico;
- **Qualidade de concepção:** Os projectos devem ser criativos, imaginativos, sustentáveis e capazes de ir ao encontro dos objectivos definidos. Qualidade de projecto e construção pela utilização dos melhores e mais modernos métodos, garante que os edifícios vão de encontro aos objectivos dos investidores, quer do ponto de vista funcional como arquitectónico;
- **Saúde e segurança:** Parte integral para o sucesso de todos os projectos, desde a concepção à construção, até às fases subsequentes, operação e manutenção dos edifícios.

Esta estratégia que reside numa agenda da construção sustentável, baseada no:

- Aumento da rentabilidade pela utilização dos recursos de forma mais eficiente;
- Aproveitar por parte das empresas das oportunidades oferecidas pelos produtos sustentáveis ou modos de trabalho;
- Melhoramento da imagem e perfil das empresas no mercado pelo endereçar de assuntos relacionados com uma responsabilidade social e corporativa.

Tabela 2.16: Estratégias para a construção sustentável [23]

	Desafios	**Objectivos**
Meios	*Aquisição*	▪ Alcançar um melhor valor global através da promoção da melhores práticas de aquisição para a construção de edifícios e integração da cadeia de fornecimento, pelo encorajar a adopção de compromissos para a construção, quer nos sectores público como no privado e durante a cadeia de fornecimento.
	Concepção	▪ Objectivos globais para uma qualidade de concepção para garantir que os edifícios, infra-estruturas e espaços públicos, são construídos para garantir uma habitabilidade e são eficientes na utilização dos recursos, sustentável, com resiliência, adaptáveis e atractivos.
	Inovação	▪ Permitir à indústria a capacidade para inovar e aumentar da sustentabilidade, quer do processo de construção tal como dos activos resultantes.
	Pessoas	▪ Aumento do compromisso das organizações para um planeamento para a formação nos temas da sustentabilidade.
	Melhor regulação	▪ Redução dos fardos administrativos que afectam os sectores privados e públicos e, redução das taxas de acidentes fatais e graves na indústria da construção.
Fins	*Mitigação às alterações climáticas*	▪ Redução das emissões totais de dióxido de carbono, com o objectivo em que todas as novas habitações tenham emissões zero de carbono a partir de 2016 e restantes edifícios públicos tenham emissões zero de carbono a partir de 2018.
	Adaptação às alterações climáticas	▪ Desenvolvimento de uma aproximação robusta à adaptação às alterações climáticas promovidas pelos governos centrais.
	Água	▪ Redução do consumo *per capita* de água nas habitações através de medidas de eficiência de custo, numa média de 130 litros por pessoa por dia ou em 120 litros por pessoa por dia dependendo nos novos desenvolvimentos tecnológicos e inovação.
	Biodiversidade	▪ A conservação e melhoramento da biodiversidade, relacionada com os locais de construção sejam considerados em todas as fases e processo de um empreendimento.
	Desperdícios	▪ Redução em 50% dos desperdícios resultantes da construção, demolição e de escavações.
	Materiais	▪ Que os materiais utilizados na construção tenham o menor impacte ambiental e social mantendo a sua viabilidade económica.

Os códigos, legislação, e requisitos de construção de edifícios do futuro serão baseados em dados e informações científicas que facilitem a adopção da concepção de estruturas que poupem recursos e melhoram a qualidade ambiental interior para os ocupantes. O custo agregado de realizar estes melhoramentos será demonstrado pelo contrabalançar do economizar de recursos sobre um estimar do ciclo de vida dos edifícios. Mais importante, os recursos produzidos pelos edifícios serão conservados e as emissões de outros poluentes serão reduzidos ou eliminados.

2.3.2 Trajectórias ambientais

2.3.2.1 Eco-eficiência

A eco-eficiência é um conceito onde se apela a um conceito empresarial, para se atingir mais valor através da utilização dos mesmos materiais e energia, mas reduzindo as emissões. Aplica-se a todos os sectores empresariais, desde do marketing, desenvolvimento de produtos, à produção ou distribuição.

Conceito de eco-eficiência assenta em três objectivos [27]:

- Redução do consumo de recursos, o que inclui o minimizar da utilização de energia, materiais, água e solo, favorecendo a capacidade de reciclagem e a durabilidade do produto, com materiais de ciclo fechado;
- Redução do impacte na natureza, pelo minimizar de emissões gasosas, descargas liquidas, eliminação de desperdícios e a dispersão de substâncias tóxicas, tal como no impulsionar da utilização sustentável de recursos renováveis;
- Melhoria do valor do produto ou serviços, pelo fornecer de mais benefícios aos clientes através da funcionalidade, flexibilidade e moralidade do produto, fornecendo serviços adicionais e concentrando-se em vender as necessidades funcionais de que realmente os clientes necessitam, permitindo a possibilidade de o cliente receber a mesma necessidade funcional, com menos materiais e uma menor utilização de recursos.

2.3.2.2 Desenvolvimento e implementação

Uma concepção orientada para a eficiência energética e a sustentabilidade pode garantir determinados benefícios para os investidores, utilizadores, como para as comunidades locais (Tabela 2.17).

Tabela 2.17: Concepção e desenvolvimento: Benefícios da energia sustentável [26]

Benefícios	**Descrição**
Para os investidores	▪ Respostas mais favoráveis para o desenvolvimento de propostas dos planeadores e promotores de empreendimentos. ▪ Melhoria de reputação com as autoridades locais e outros promotores originando um aumento de oportunidades de desenvolvimento. ▪ Redução de risco pelo surgimento de nova legislação. ▪ Benefícios económicos como ajudas de capital específicos.
Para os utilizadores	▪ Menores custos de funcionamento para os utilizadores dos edifícios, uma vez que há uma redução das facturas com aquecimento, arrefecimento e electricidade. ▪ Maior utilização de iluminação natural provoca um maior sentido de bem-estar. ▪ Habitações mais aquecidas garantem protecção às pessoas mais vulneráveis durante o Inverno.
Para as comunidades locais	▪ Benefícios económicos através do uso de materiais e mão-de-obra local. ▪ Aumento do sentimento de comunidade através da partilha das tecnologias renováveis. ▪ Auxilio para alcançar uma redução das emissões de dióxido de carbono a nível local, regional e nacional, melhoramento da qualidade do ar, e alvos a atingir na utilização das renováveis.

A relação entre a sustentabilidade e o ambiente construído engloba um conjunto cada vez mais vasto de assuntos, o que origina uma maior complexidade de implementação, como se pode verificar no *Sustainability: Guide L,* produzido pelo *The Chartered Institution of Building Services Engineers,* CIBSE (Tabela 2.18).

Tabela 2.18: Sustentabilidade e o ambiente construído [28]

Assunto	**Princípio a ser aplicado**
Energia e emissões de CO_2	▪ Redução dos requisitos. ▪ Responder às exigências finais com eficiência. ▪ Utilização a partir de fontes de baixo carbono. ▪ Utilização a partir de fontes renováveis. ▪ Permitir gestão de energia.
Utilização da água	▪ Redução dos requisitos e desperdícios ▪ Responder às exigências com eficiência. ▪ Colecta de águas pluviais ou reciclagem de águas cinzentas. ▪ Reciclagem de águas residuais até a um ponto de reutilização. ▪ Permitir a gestão da água.
Adaptação dos edifícios às alterações climáticas	▪ Redução de ganhos térmicos desnecessários. ▪ Fazer uma utilização eficaz da massa térmica. ▪ Aplicar uma estratégia apropriada de ventilação. ▪ Aplicar um arrefecimento activo. ▪ Permitir adaptabilidade futura.
Risco de cheia	▪ Evitar localizações em locais de risco de cheias. ▪ Redução dos riscos de cheias. ▪ Evitar o aumento de riscos de cheias em locais menos habituais. ▪ Conceber para uma resiliência às cheias onde necessário.
Sistemas de drenagem sustentáveis	▪ Redução das descargas a partir dos locais. ▪ Atenuar das descargas a partir dos locais. ▪ Utilizar ou melhorar sistemas de drenagem e/ou as técnicas modeladas. ▪ Providenciar benefícios adicionais e amenidades habitats.
Transportes	▪ Redução da utilização de automóveis privados. ▪ Permitir circulação pedestre e o ciclismo. ▪ Permitir a utilização de transportes públicos. ▪ Permitir provisão de informação sobre modos de transporte sustentável.
Ecologia e biodiversidade	▪ Conservar, proteger e ressaltar ecologia do local. ▪ Providenciar novos e melhores habitats. ▪ Aumentar o número de espécies apropriadas e respectiva população. ▪ Compensar de qualquer dano ecológico ou perca de biodiversidade.
Poluição	▪ Impedir ou reduzir a poluição na fonte. ▪ Tratar da poluição de um modo seguro e ambiental. ▪ Tratar dos restos de poluição de um modo seguro e ambiental.
Saúde e bem-estar	▪ Cumprir com todas as obrigações regulamentares sobre saúde e bem-estar. ▪ Aplicar boas práticas numa lógica global das necessidades disponíveis. ▪ Evitar ou reduzir factores de risco para a saúde. ▪ Proporcionar condições internas confortáveis.
Desperdícios	▪ Redução de desperdícios. ▪ Reutilização de materiais e equipamentos. ▪ Reciclar de desperdícios. ▪ Compostagem de desperdícios biodegradáveis. ▪ Recuperar energia a partir dos desperdícios.
Impactes do ciclo de vida dos materiais e dos equipamentos	▪ Seleccionar materiais e equipamentos de fontes sustentáveis. ▪ Seleccionar materiais e equipamentos com impactes ambientais de uso mais baixos. ▪ Seleccionar materiais e equipamentos com impactes ambientais de energia incorporada mais baixos. ▪ Seleccionar materiais e equipamentos com grande conteúdo reciclado.
Comunidade local e ambiente	▪ Colaborar com a comunidade local através do ciclo de vida do edifício. ▪ Manter e melhorar a qualidade ambiental. ▪ Evitar níveis de poluição que causem desconforto, incluindo o ruído. ▪ Evitar causar outras perturbações para vizinhança dos edifícios.

2.3.2.3 Aproximação regenerativa

O arquitecto Bill Reed da *Integrative Design Collaborative,* propõe uma trajectória de evolução cujo objectivo é o alcançar uma solução onde as estruturas construídas se transformem em sistemas regenerativos, em oposição aos sistemas degenerativos actuais. Este sistema (Figura 2.3) está subdividido em quatro categorias de danos, da sua limitação, na obtenção de uma posição neutral, reconstituinte, até a uma situação óptima de um estado de regeneração [29]:

+ Limitação de danos

- **Concepção de alto desempenho:** Edifícios que procuram uma eficiência de alta performance e reduzam o impacte da estrutura, das operações, e actividades locais do edifício. Termo que pode indicar uma aproximação mais técnica à concepção dos edifícios e limitar um abarcar mais lato dos benefícios dos sistemas naturais;
- **Concepção "verde":** Um termo geral que subentende uma direcção de melhoramento da produção de edifícios, pelo melhoramento contínuo na direcção de uma integração global e saudável das actividades humanas dentro dos sistemas naturais, com uma aplicação mais plausível pelos edifícios e tecnologia.

+ Neutral

- **Concepções sustentáveis:** Em paralelo com as preocupações para uma concepção "verde", com um ênfase na procura de um ponto em que seja capaz de suster a vida dos organismos e sistemas do planeta durante o tempo. A sustentabilidade é vista num ponto de inflexão de uma saúde degenerada para uma regeneração.

+ Restauração

- **Concepções reconstituintes:** Esta aproximação entende a concepção dos edifícios em ternos de uso das actividades de projecto e construção para restaurar a capacidade dos sistemas naturais, em direcção a uma auto-organização de estado saudável.

+ Regeneração

- **Concepções regenerativas:** Processo de concepção que engloba um sistema global no qual fazemos parte. Uma concepção baseada no local, suportada por elementos do processo local, humanos, outros sistemas bióticos, sistemas terrestres e, uma consciência de ligação global a um sistema energético. Há uma aprendizagem contínua e com elementos de retorno para que cada sistema seja parte integral do processo de vida nesse local.

Uma aproximação a um sistema regenerativo está assente em dois aspectos básicos [29]:

- Na necessidade de ser um processo que ajude os intervenientes a enfrentar um sistema global, do qual fazem parte;
- Propósito de sustentar a sustentabilidade.

Muitos projectos têm início com este tipo de aproximação, contudo os aspectos fundamentais não devem ser expressos em termos de fragmentos de sistemas técnicos, energia, água, matérias. Há que entender uma aproximação em termos de aspectos de vida, nos objectivos da sustentabilidade.

De uma forma geral pode-se enquadar o conceito de regeneração em relação ao conceito da sustentabilidade do seguinte modo:

- **Sustentabilidade:** Como praticada actualmente, direcciona-se para assuntos generalizados e relacionados com o planeta, na capacidade de limitação da intensidade de danos causados pelos humanos;
- **Regeneração:** É de prática local e direcciona-se no como partilhamos e fazemos crescer as relações com um carácter único dos sistemas sócio-ecológicos de cada local.

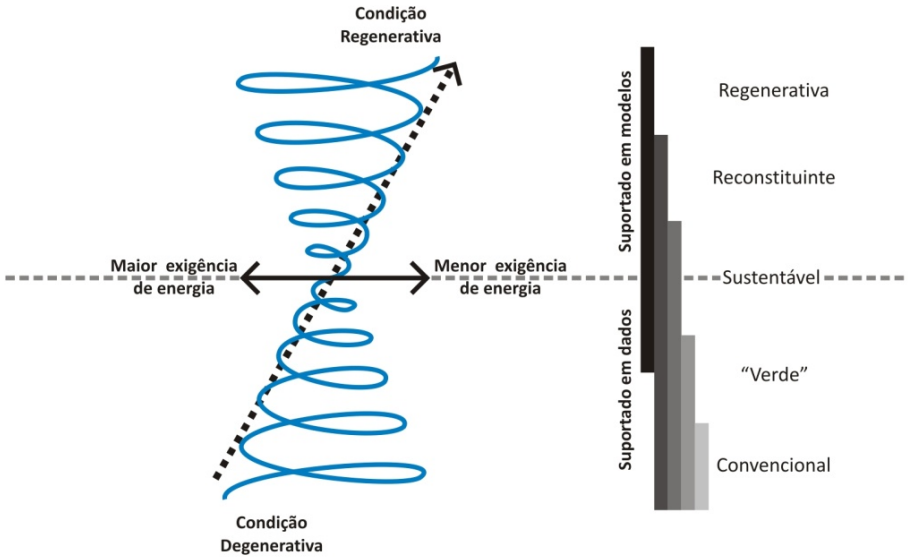

Figura 2.3: Trajectória para uma responsabilidade ambiental [62]

Podem-se considerar dois caminhos para entender a sustentabilidade que requerem dois modelos mentais de entendimento. O primeiro é de cariz técnico, que tenta reduzir o consumo e restaurar subsistemas. O segundo procura uma aproximação aos sistemas vivos que englobe toda a vida de um modo intencional. Funciona nos edifícios como tentativa de entendimento de todas as relações invisíveis que conectam os objectos da sociedade ocidental contemporânea. O objectivo fundamental, é o de uma união entre estes dois caminhos, numa passagem de noções de eficiência para outras de eficácia e, em última análise de consciência (Figura 2.3).

Pode assim, elaborar-se um sistema prático de acção para um modelo regenerativo [29]:

- Entender o palco, entender e alinhar as aspirações humanas para um projecto;
- Aprender sobre o local;
- Enquadrar, esquematizar, delinear a história do local;
- Casar a história do local com aspirações pelo futuro;
- Identificar indicadores;
- Concepção integrada/processo de construção;
- Suster a sustentabilidade.

2.3.3 Modelos de energia para edifícios

2.3.3.1 Em direcção à auto-suficiência

A IEA, *International Energy Agency*, na *SHC Task 40, IEA Joint Project: Towards Net Zero Energy Solar Buildings (NZEBs),* identifica qual o conhecimento actual dos edifícios auto-suficientes. A investigação tem estado centrada nas opções de concepção e construção de edifícios autónomos, já que, com a tecnologia existente esta aproximação desligada da rede, contém um conjunto de desafios técnicos, económicos e ecológicos, presente na maior parte das aplicações [30].

Estas incluem, as variações de estação ou diárias, que obrigam a diferentes exigências e fornecimentos que resultam em sistemas de energia sobredimensionados. Um edifício autónomo requer dispendiosos sistemas de armazenamento que possam garantir grandes quantidades de energia, no entanto, uma armazenagem eficiente e a longo termo de energia eléctrica continua de difícil resolução.

A primeira estratégia é o de reduzir as exigências através de uma concepção arquitectónica adequada e melhorar a concepção e construção dos invólucros dos edifícios.

Medidas para alcançar estes objectos, dependem do [30]:

- Clima;
- Tipo de edifício;
- Isolamento;
- Melhorias dos envidraçados;
- Uso correcto da iluminação artificial;
- Estanquicidade;
- Ventilação natural;
- Sistemas activos e passivos de sombreamento;
- Controlo dos ganhos solares.

Acresce, uma necessidade de melhoria dos sistemas de eficiência energética, controlos, iluminação, correspondente a uma estratégia para uma utilização eficiente da energia. Contudo, para se alcançar um uso zero de combustíveis fosseis ou um nível zero de emissões de carbono, requer uma utilização intensiva dos conceitos de energia renovável, incluindo aquecimento solar, arrefecimento solar, fotovoltaico, biocombustíveis e outras fontes de energia limpa.

2.3.3.2 Eficiência energética nos edifícios

A *World Business Council for Sustainable Development*, estabelece um conjunto de abordagens para a energia e eficiência energética nos edifícios [31]:

As abordagens para uma neutralidade energética incluem:

- **Reduzir a procura de energia:** Edifícios que utilizam equipamentos que sejam mais eficientes;
- **Produção local de energia:** A partir de fontes renováveis ao contrário do desperdício de recursos energéticos;
- **Partilhar a energia:** Criar edifícios que possam produzir um excesso de energia para alimentar uma rede inteligente de infra-estruturas.

Visão estratégica sobre a eficiência energética nos edifícios, onde:

- **Energia zero:** Significa que os edifícios como um todo, e não individualmente, produzem tanta energia quanto a utilizada durante um ano;
- **Energia e não carbono:** Uma maior utilização de combustíveis não fósseis, solar, e a eólica, vai influenciar as alterações climáticas e a segurança energética, é portanto vital a redução do consumo de energia;
- **Produção de energia no local e não energia primária:** Focar da procura de energia nos edifícios e na acção entre a cadeia de valor dos edifícios, em alternativa à produção e transporte de energia;
- **Eficiência energética:** Eficiência envolve uma redução de consumo de energia para níveis aceitáveis de conforto, qualidade do ar, e restantes requisitos funcionais, incluído a utilização de energia, e materiais de construção.

Uma opção por edifícios com características para uma eficiência energética apresenta um vasto conjunto de benefícios no que concerne a diversos factores basilares ao correcto funcionamento das estruturas edificadas (Tabela 2.19).

Tabela 2.19: Benefícios dos edifícios eficientes energeticamente [32]

Redução consumo de recursos	**Minimização custos do ciclo de vida**	**Redução impactes ambientais**	**Ambiente interior saudável**	**Aumento produtividade dos trabalhadores**
▪ Melhoria da eficiência energética dos edifícios à medida da redução global de combustíveis fósseis.	▪ Melhorar a eficiência energética dos edifícios reduz a quantidade de energia requerida de operação, e reduz os custos para os ocupantes dos edifícios.	▪ Edifícios contribuem para o libertar de quatro poluentes primários, óxidos de mono--nitrogénio (NOx), óxido sulfúrico (SOx), dióxido de carbono (CO_2) e, partículas. ▪ Melhoria da eficiência energética nos edifícios reduz a necessidade de utilização de combustíveis fósseis e emissões de gases de estufa.	▪ Edifícios eficientes também significam um ambiente interior mais saudável para as pessoas que trabalham e vivem nesses edifícios. ▪ Temperaturas confortáveis e ambientes de trabalho calmos, são também factores de edifícios de alto desempenho.	▪ Aumento do conforto dos ocupantes do edifício contribui para um aumento da produtividade dos trabalhadores. ▪ Estudos demonstram um aumento de produtividade dos trabalhadores quando os edifícios tem características como, iluminação natural, melhor controlo de temperatura e, um uso mais inteligente do espaço.

2.3.3.3 Definições e alertas

A NREL, *Department of Energy´s National Renewable Energy Laboratory,* sugere as seguintes definições operativas [33]:

- **Energia zero *(zero net energy)*:** Edifícios que produzem tanta energia como a que utilizam durante um ano, quando representada no local;
- **Fonte de energia zero *(zero net source energy)*:** Edifícios que produzem pelo menos tanta energia como a que utilizam durante um ano, quanto representada na fonte, tal como a energia primária necessária para gerar e distribuir electricidade no local;
- **Custo de energia zero *(zero net energy cost)*:** Edifícios que recebem um pagamento pela energia exportada do local para a rede, que é pelo menos, tanto como os pagamentos realizados pela utilização da energia durante o decurso de um ano;
- **Emissões de energia zero *(zero net energy emissions)*:** Edifícios que produzem pelo menos tanta energia, livre de emissões a partir de fontes renováveis, como as que utilizam energia a partir de fontes produtoras de emissões. Uma vez que a preocupação principal de emissões dos edifícios é o dióxido de carbono ou outros gases de efeito de estufa, esta definição é habitualmente utilizada para definição de edifícios zero carbono.

Um conjunto de alertas, estão no entanto já identificados no que concerte a certos limites e constrangimentos das definições apresentadas [33]:

- Definições colocam em demasiada ênfase a eficiência, no minimizar o peso da exigência na utilização de energia, antes de se considerarem as oportunidades de produção de energia a partir das renováveis. O minimizar das cargas não é suficientemente enfatizado durante a construção dos projectos o que é uma oportunidade significativa para o economizar de energia adicional;
- Um edifício consegue obter um consumo local de energia zero através da adição do fotovoltaico solar, tecnologias solar térmicas no edifício ou no local de implantação do edifício. Contudo, em outras circunstâncias, outras tecnologias são mais fiáveis do ponto de vista técnico ou económico. O objectivo será o de utilizar a solução mais benigna do ponto de vista ambiental;
- Uma vez que muitos edifícios e locais de implantação estão limitados na sua capacidade de incorporar tecnologias de produção de energia renovável numa escala significativa, o termo produção de energia no local, dever ser acompanhado de uma pesquisa no objectivo de desenvolvimento de fontes de energia renovável capazes de serem integradas nos edifícios. Por outro lado, os edifícios de energia zero, não devem excluir o apoio directo para a geração de energia externa renovável que não está conectada fisicamente ao edifício;
- Alternativas práticas incluem um teste de razoabilidade, baseado no reconhecimento que as energias renováveis podem não ser sempre a melhor opção. Pode ser tecnicamente possível revestir na totalidade um edifício com painéis solares, mas pode não ser razoável faze-lo. Uma solução mais eficaz em termos de custos pode aconselhar o dedicar uma porção do edifício para a geração de energia solar e investir mais recursos em melhoramentos adicionais de eficiência energética.

Com implicação directa para concepção e construção de edifícios eficientes, no decifrar de um conjunto de categorias e abordagens possíveis, a *Federal Research and Development Agenda,* no respectivo relatório *Net-Zero Energy, High-Performance Green Buildings,* apresenta várias definições aplicadas aos edifícios [34].

+ Edifícios de alto desempenho (high performance buildings)
Edifício que integra e optimiza numa base do ciclo de vida todos os atributos mais importantes de um alto desempenho, incluindo a conservação de energia, ambiente, segurança, durabilidade, acessibilidade, custo-benefício, produtividade, sustentabilidade, funcionalidade, e considerações operacionais.

+ Edifícios sustentáveis de alto desempenho (high performance green building)
Um edifício que, durante a totalidade do ciclo de vida e, em compararão com um edifício corrente, tem as seguintes características:

- Reduz a utilização de energia, água, e recursos materiais;
- Melhora a qualidade do ar interior pela redução da poluição, melhora do conforto ambiental, e melhora o ambiente acústico e de iluminação, que afectam a saúde e a produtividade dos ocupantes;
- Reduz os impactes negativos no ambiente, incluindo a poluição do ar e da água e o gerar de desperdícios, através do ciclo de vida do edifício;
- Aumenta a utilização de produtos com preocupações ambientais, incluindo os de base biológica, conteúdo reciclado, e produtos não tóxicos com menores impactes no ciclo de vida;
- Aumenta as oportunidades de reutilização e reciclagem;
- Integra sistemas;
- Reduz os impactes ambientais e de energia dos transportes até à localização da construção do edifício e, pelo suporte de uma vasta escolha de meios de transporte para os ocupantes;
- Considera os efeitos da saúde humana e ambiente no interior e exterior dos edifícios, pelo aumento da produtividade dos trabalhadores, impactes do ciclo de vida dos materiais e operações.

+ Edifícios energia zero comercial (net zero energy commercial building)
Um edifício que é concebido, construído e operado, para garantir uma quantidade reduzida de energia para funcionar, necessita um equilíbrio das necessidades de energia a partir das fontes de energia que resultam em emissões zero de gases com efeito de estufa e, que seja economicamente viável.

+ Ciclo de vida (life cycle)
Em relação aos edifícios sustentáveis, todas as fases da vida útil dos edifícios, o que inclui componentes, equipamento, sistemas, controlos, com início na concepção dos projectos de alto desempenho e, por uma escolha da localização de implantação, concepção, construção, gestão de qualidade, operação, manutenção, renovação, desconstrução ou demolição, remoção e reciclagem.

+ Avaliação do ciclo de vida (life cycle assessment)
Um sistema abrangente para avaliação do desempenho ambiental de um produto ou serviço no decurso do ciclo de vida, iniciando-se na aquisição de matérias-primas e processos de manufactura, transportes, instalação, uso, reutilização, gestão de desperdícios de fim de vida.

+ Custo do ciclo de vida (life cycle costing)
Técnica de avaliação económica que soma, depois de um grande período de estudo, os custos do investimento inicial, substituições, operação, manutenção e reparação das decisões de investimento. É expresso em termos de valor presente, associado a um período de estudo equivalente ou superior à vida útil mais extensa do edifício, determinado por tomar em consideração uma vida útil como a construção de um edifício na área na qual o edifício será implantado. Aplicado em termos de valores anuais ou no caso de estudo de um qualquer outro período.

+ Ciência de medição (measurement science)

Verificação de desempenho, método de medição, ferramentas de previsão e protocolos, assim como, materiais de referência, dados e artefactos. A conduta de estudos de inter-comparação e calibração, a apreciação das tecnologias de avaliação, sistemas e práticas, tal como o desenvolvimento de guias técnicos e bases para legislação, códigos e práticas, através consórcios e outras parcerias com o sector privado.

+ Zero carbono

O denominado *Code for Sustainable Homes*, actualmente em vigor e de cumprimento obrigatório no Reino Unido apresenta uma nova aproximação ao conceito de habitações zero carbono. Esta definição significa que um edifício ao apresentar zero de emissões de carbono, num valor correspondente a um ano de toda a energia consumida numa habitação, esta deve incluir a energia gasta no cozinhar, lavagens e equipamentos de entretenimento, tal como, consumos no aquecimento, arrefecimento, ventilação, iluminação, e água quente [35].

Objectivo de que a energia e as emissões de carbono retirada da rede, electricidade ou gás, deve ser substituída por energia gerada a partir de tecnologias de baixo ou zero carbono, e num exportar para a rede para compensar essas emissões de carbono.

Para termos de comparação, nos edifícios não domésticos, os seguintes equipamentos devem estar incluídos:

- Utilização do equipamento dos escritórios, como computadores, servidores, telefone;
- Utilização de refrigeração nos supermercados, com uma correspondência de acréscimo entre 40 a 50% da necessidade de electricidade.

O seguinte deve ser excluído:

- Energia utilizada nos processos industriais;
- Impacte de carbono do ciclo de vida das tecnologias;
- Emissões dos transportes;
- Comportamento actual das pessoas que ocupam os edifícios;
- Consideração total do carbono incorporado;
- Utilização de electrodomésticos nos novos edifícios;
- Tarifas verdes.

Há cinco formas para se alcançar um patamar zero carbono [35]:

- **Local auto-suficiente:** Local onde se pretende que não se utilize nem gás ou electricidade outra que a utilizada no local;
- **Balanço anual de zero carbono:** Edifícios produzem e exportam electricidade de carbono zero suficiente por ano, para compensar das emissões de carbono resultantes de toda a electricidade ou combustíveis utilizados no local;
- **Balanço anual de zero carbono (local):** Com conexão directa a renováveis próximas do local;
- **Balanço anual de zero carbono (nacional):** Conexão directa a renováveis de âmbito nacional;
- **Balanço anual de zero carbono (internacional):** Conexão directa a renováveis de âmbito internacional.

+ Conceito Triple Zero®

O engenheiro alemão *Werner Sobek* introduziu recentemente a noção de *Triple Zero®* [36]. Este conceito propõe um modo particular de implementação da sustentabilidade na construção. Uma construção passiva abrange o uso de energia para aquecimento através de ganhos solares tornando em grande medida o aquecimento convencional desnecessário. Para conseguir este objectivo é necessário gerar um bom coeficiente de transmissão térmica do invólucro do edifício, combinado com uma construção livre de pontes térmicas, mas com uma boa estanquicidade ao ar. Sistemas de ventilação com recuperadores eficientes de calor fornecem condições higiénicas para o ar e evitam percas de calor por uma ventilação pelas janelas.

Um edifício de objectivo energia zero deve não usar qualquer fonte de energia externa como electricidade, gás, óleo, no balanço anual. O uso de energia anual para aquecimento, uso de água, passa a ser produzido através de sistemas solares. A energia necessária para construção de um edifício não é contabilizada neste contexto. Se mais energia é produzida do que consumida numa média anual, então um edifício pode ser considerado como energia + (*plus-energy*).

Em contraste as construções baseadas no conceito *Triple Zero®* concebem um cenário mais vasto:

- **Energia zero:** A quantidade de energia consumida não deve exceder o total da quantidade produzida da média anual;
- **Zero de emissões:** Operação neutra nas emissões de CO_2, ausência de combustão, aplicação de materiais sem emissões;
- **Zero de desperdícios:** Todos os componentes devem ser completamente removíveis e recicláveis.

Diversas opções estão já identificadas no que concerne a diferentes possibilidades nas opções de fornecimento de energia a edifícios a partir de fontes de energia renováveis (Tabela 2.20).

Tabela 2.20: Fontes de energia renovável para edifícios energia zero [37]

Opção	Opções fornecimento edifícios energia zero	Exemplos
0	▪ Reduzir a utilização de energia no local através de tecnologias de baixo consumo nos edifícios.	▪ Iluminação natural, equipamentos de grande eficiência HVAC, ventilação natural, arrefecimento por evaporação.
	Opções de fornecimento no local	
1	▪ Utilização de fontes de energia renovável dentro da implantação do edifício.	▪ Fotovoltaico, água quente solar, utilização do vento pelo edifício.
2	▪ Utilização de fontes de energia renovável disponíveis no local.	▪ Fotovoltaico, água quente solar, hídrica de baixo impacte, eólica no local, mas não no edifício.
	Opções de fornecimento fora do local	
3	▪ Utilização de fontes de energia renovável disponíveis fora do local para gerar energia no local.	▪ Biomassa, paletes de madeira, etanol ou biodiesel ou, fluxos de desperdícios de processos do local que podem ser utilizados para gerar electricidade ou calor.
4	▪ Compra de fontes de energia fora do local.	▪ Energia proveniente de parques eólicos, fotovoltaica, créditos de emissões ou outras opções de compra de créditos sustentável.

As definições ZEB (*Zero Energy Building),* afectam o como os edifícios são concebidos para atingirem um objectivo global. Podem enfatizar a eficiência energética, estratégias de fornecimento, compra de fontes de energia, avaliação dos edifícios, ou se a troca de utilização de tecnologias ou combustíveis ajudam a atingir objectivos (Tabela 2.21).

Tabela 2.21: Impacte na concepção das definições de edifícios energia zero (ZEB) [37]

Definições	Positivas	Negativas	Outros assuntos
Locais ZEB	▪ Facilidade de implementação. ▪ Verificável através de medições no local. ▪ Aproximação conservadora para alcançar ZEB. ▪ Ausência de externalidades que afectem a performance, sucesso garantido ao longo do tempo. ▪ Facilidade para a comunidade do edifício para o entendimento e a comunicação. ▪ Encoraja a concepção de edifícios eficientes energeticamente.	▪ Não considera todos os custos dos equipamentos. ▪ Não é capaz de avaliar tipos de combustível. ▪ Não tem em atenção para as diferenças entre tipos de combustíveis.	
Fontes ZEB	▪ Capacidade de equiparar o valor de energia dos tipos de energia utilizados. ▪ Melhor modelo para impacte nos sistemas de energia nacionais. ▪ Facilidade de alcançar ZEB.	▪ Não tem em atenção as diferenças entre tipos de combustível. ▪ Fontes de cálculo são demasiado gerais. ▪ Contabilização das fontes de energia e a troca de combustíveis podem ter um impacte maior que a eficiência das tecnologias. ▪ Não considerar o custo de todas as energias.	▪ Necessidade para desenvolver factores de conversão local/fonte, o que requer um conjunto significativo de informação para definir.
Custo ZEB	▪ Facilidade para implementar e medição. ▪ Forças de mercado resultam num bom balanço entre tipos de combustível. ▪ Permite controlo receptivo das exigências. ▪ Verificável através das contas do consumo.	▪ Pode não reflectir o impacte das necessidades da redes nacionais, como a geração extra a partir de fotovoltaico pode ser mais vantajoso para reduzir a procura com um armazenamento no local do que pela exportação para a rede. ▪ Requer acordos de contagem de rede como a energia exportada pode compensar preço da energia e da não energia. ▪ Preços muito voláteis da energia tornam difícil uma avaliação ao longo do tempo.	▪ Contrabalançar os custos dos serviços e infra--estruturas, requer ter que se ultrapassar valores ZEB. ▪ Contagem de rede com falta de capacidade, habitualmente com limites de capacidades.
Emissões ZEB	▪ Melhor modelo para geração energia sustentável. ▪ Relatos para diferenças não monetárias entre tipos de combustível. ▪ Facilidade de alcance ZEB.		▪ Necessidade de factor apropriado de emissões.

2.3.3.4 Barreiras

Um edifício de energia zero é aquele que é eficiente e, no decurso de um ano, gera energia no local de implantação, recorrendo à utilização de fontes renováveis numa quantidade igual ou superior à energia consumida pelo edifício.

A concepção e construção de edifícios auto-suficientes são um conceito atractivo disponível pela fusão de edifícios eficientes conectados à rede geral em acréscimo com uma geração de energia, pela utilização de fontes renováveis de energia no local, para gerar anualmente tanta energia como aquela que é utilizada pelos edifícios.

Um conjunto de barreiras que impedem uma adopção significativa mais generalizada dos edifícios de energia zero, conforme identificado no relatório *Getting to Zero: Final Report of the Massachusetts Zero Net Energy Buildings Task Force* [33]:

+ Barreira um

- **Custos iniciais:** Apesar do economizar de energia a longo prazo, os custos inicias necessários para reduzir de forma significativa o consumo de energia e o adicionar de tecnologias de produção de energia renovável, apresenta-se como uma barreira significativa. O adoptar de novas tecnologias e estratégias, em especial, quando o orçamento para a construção do edifício e o orçamento para a operação do edifício são estabelecidos e geridos de forma independente. Com pouca oportunidade de utilização das poupanças geradas de um correcta operação do edifício.

+ Barreira dois

- **Força de trabalho especializada:** A ausência de um número suficiente de profissionais especializados disponíveis, desde arquitectos, engenheiros, promotores, e construtores, que sejam capazes de orientar a construção de um projecto em direcção a um óptimo desempenho energético, pode dificultar a concepção e a construção de edifícios que cumpram os objectivos estabelecidos para os edifícios de energia zero.

+ Barreira três

- **Informação sobre edifícios e energia:** A falta de informação específica em relação à utilização de energia nos edifícios e de como um determinado edifício está classificado, em comparação a estruturas similares, pode tornar difícil onde e como desenvolver planos para obter o máximo de oportunidade para poupar energia.

+ Barreira quatro

- **Comportamento dos ocupantes e manutenção dos edifícios:** Mesmo quando os edifícios são concebidos e construídos para satisfazer normas energéticas rigorosas, o comportamento dos ocupantes e dos responsáveis pela manutenção podem ter um impacte significativo na utilização da energia de um edifício.

+ Barreira cinco

- **Regulamentos:** Regulamentos relacionados com os edifícios, em especial aqueles consagrados a nível local, podem estar em contradição com os objectivos de uma construção com base na eficiência energética.

O mesmo documento apresenta quatro proposições, enquadradas numa estratégia mais global para a resolução das barreiras detectadas. Estes elementos incluem [33]:

- Estabelecer e fazer cumprir normas relacionadas com o desempenho dos edifícios, baseadas na modelação e uso real de energia por metro quadrado, em conjunto com normas prescritivas que superem os códigos e requisitos actuais;
- Esforços integrados para medir e informar o desempenho energético, assim garantido benchmarks para a energia, a capacidade de comparar e categorizar o desempenho, a capacidade de um registo não ambíguo do progresso em direcção aos objectivos do desempenho do edifício;
- Um conjunto de incentivos destinados a baixar, senão remover, as barreiras financeiras actuais de reguladoras para uma eficiência energética e a incorporação de sistemas de energia renovável, de modo a direccionar as falhas de incentivos entre proprietários e arrendatários dos edifícios;
- Um conjunto de iniciativas focadas na educação e desenvolvimento da força de trabalho que ajudem a criar um sector da construção caracterizado por consumidores que entendam e procurem um melhor desempenho energético, uma indústria que seja capaz de fornecer o que o consumidor procura, uma força de trabalho bem treinada, capaz de ir ao encontro da necessidade para conhecimentos técnicos.

2.3.3.4 Desafios e oportunidades

Recorrendo às tecnologias actuais e emergentes, a difusão de uma construção eficaz em termos de custo, habitações unifamiliares de energia zero podem ser alcançadas dentro de 10 a 15 anos. Por energia zero, entendem-se por edifícios que não utilizem combustíveis fósseis. De modo geral esta situação significa uma redução na utilização de energia nos edifícios em cerca de 70% em relação à média actual e satisfazendo as restantes necessidades através do recursos de energias renováveis instaladas no, ou fora do local das construções [38]:

- Uma difusão da construção de edifícios de energia zero será mais difícil de alcançar, possível no espaço temporal entre 15 a 25 anos, se um esforço concentrado e sustentado for realizado. O alcançar de uma percentagem de 70% na redução de consumo de energia para novos edifícios irá requerer uma utilização de novas tecnologias e uma expansão do conceito de concepção e projecto integrado;
- Um edifício, por vezes compra energia a partir da rede eléctrica, enquanto que outras vezes, vende energia para essa mesma rede. Um edifício que seja auto-suficiente é aquele que, anualmente vende tanta ou mais energia como aquela que compra;
- De abordagem mais abrangente, pode considerar-se que, se o custo e a implantação não forem contabilizados, pode-se simplesmente adicionar as fontes de energia necessárias para se obter um edifício de energia zero, sem preocupações sobre a eficiência do edifício;
- No entanto, para uma divulgação na construção de edifícios auto-suficientes do ponto de vista do consumo de energia, requer que estes sejam eficientes a nível dos custos e que as fontes de energia renovável sejam enquadradas na implantação do edifício. Uma vez que as medidas de eficiência são muito mais baratas por unidade de energia que por energia renovável no local, quer o custo como os constrangimentos de implantação, levam aos requisitos destes edifícios sejam na realidade muito eficientes;
- A eficiência é também importante para a redução do consumo de energia para que as fontes de energias renováveis necessárias possam caber na implantação do edifício.

De seguida (Tabela 2.22) apresenta-se uma síntese de definições e um conjunto de modelos de edifícios no que concerne à relação com as opções de energia, conforme identificado pela UNEP, *United Nations Environment Programme* [39].

Tabela 2.22: Definições e modelos para edifícios eficientes [39]

Modelo	Descrição
Edifícios de baixo consumo energético (low-energy buildings)	▪ Contexto de um edifício de baixo consumo energético pode ser dividido em duas aproximações. O contexto de 50% de redução consumo de energia e os conceitos de 0% de consumo de energia, zero energia ou conceito casa passiva. ▪ Um edifício construído que utiliza o conceito de 50% consome apenas metade da energia de aquecimento de um edifício comum. É um edifício tradicional construído utilizando soluções convencionais. O consumo mais baixo é baseado num aumento no nível de isolamento térmico, janelas de alto desempenho, detalhes que permitem uma estanquicidade das estruturas construídas e sistemas de recuperação de calor. ▪ É possível conceber um edifício de baixo consumo energético com um grande conforto térmico, boa qualidade do ar interior e um baixo impacte ambiental. A média total da projecção de consumo de energia destes edifícios mostra uma redução de 60% do consumo típico em relação aos edifícios comerciais convencionais. ▪ O consumo de energia total não difere entre países. Esta situação verifica-se porque o consumo de água quente, iluminação e electrodomésticos é relativamente independente do clima, enquanto que os códigos de construção são adoptados tendo em conta o clima prevalente em cada país. ▪ Para se realizar uma avaliação correcta é necessário o considerar o uso total de energia e não se focar apenas no aquecimento dos espaços e/ou da água de forma individual. Há que considerar quer o aquecimento como o arrefecimento tendo em conta as diferentes estações do ano. Pela redução das exigências de arrefecimento oferece um desafio maior do que uma redução das exigências de aquecimento. ▪ Edifícios funcionam como um sistema, onde as diferentes tecnologias são partes integrais de um todo. Como regra uma melhor economia é conseguida se diversas medidas de eficiência energética sejam consideradas pela seguinte ordem: Tecnologias de conservação de energia; solares passivas; solar activo. De modo geral estas três tecnologias são utilizadas em sistemas combinados. É mais adequado o desenvolver de conceitos totais para os edifícios em vez de desenvolver tecnologias específicas. ▪ Ganhos passivos solares podem fazer uma contribuição para os aquecimentos dos espaços em todos os climas e não originar um sobreaquecimento se, protecções solares adequadas forem utilizadas. Recuperação de calor através de exautores de ar nos sistemas de ventilação é de comum utilização nos edifícios de baixo consumo energético. ▪ A concepção de novos edifícios inovadores requer equipas multidisciplinares. As questões da energia devem ser consideradas nas fases iniciais do processo de concepção. ▪ Treino dos construtores e supervisão é particularmente importante para uma correcta construção de edifícios de baixo consumo energético. Nestes casos, o consumo de energia é mais fortemente influenciado pelas práticas de construção e pelo comportamento dos utilizadores do que nos edifícios convencionais.
Edifícios energia zero (zero energy buildings)	▪ Edifícios de energia zero são aqueles que produzem tanta energia como aquela que consomem durante um ano em operação. Esta aproximação representa uma das mais desafiantes soluções em termos de uma construção de responsabilidade ambiental, requer inovação na utilização de tecnologias eficientes do ponto de vista energético e sistemas de energia renovável como a solar ou a eólica. ▪ Zero energia significa que a energia proveniente das fontes renováveis de energia no local é igual à energia utilizada pelo edifício. Esta solução minimiza o impacte dos edifícios no ambiente e não reduz o conforto interior para os ocupantes. ▪ Este modelo de edifícios é importante para os países desenvolvidos. São entendidos como uma solução potencial para a mitigação dos problemas que advêm do aquecimento global e outros problemas ambientais. Apresenta-se como uma alternativa às vulnerabilidades económicas, como a dependência de combustíveis fósseis importados. ▪ Energia pode ser acumulada no local em baterias de armazenamento térmico,

{continua}

	através de um armazenamento sazonal, já que maioria dos edifícios produz mais energia durante o Verão e consome mais no Inverno, mas quando uma contabilidade global seja realizada, a energia total deve ser zero. ▪ Para habitações individuais um conjunto de tecnologias de microgeração pode ser aplicada para providenciar calor e electricidade ao edifício. Estas podem incluir, células solares e turbinas eólicas de pequena escala para produção de electricidade, biofuel. ▪ Edifícios de energia zero estão conectados às redes eléctricas nacionais de modo a serem capazes de poder arcar com as possíveis flutuações de procura. Contudo, alguns edifícios de energia zero estão totalmente desconectados, funcionando de um modo autónomo.
Casas passivas (passivhaus)	▪ Uma casa passiva é um edifício no qual uma qualidade de ar interior pode ser mantida sem um sistema de aquecimento ou arrefecimento activos. A casa aquece--se e arrefece-se de forma independente, portanto, de modo passivo. ▪ Para a Europa uma construção considerada passiva, como pré-requisito para esta capacidade está a necessidade de aquecimento anual que seja menor de 15kWh/m/a, a ser conseguido pelo custo de um aumento na utilização de energia para outros propósitos para além da electricidade. ▪ A energia primária combinada não deve exceder 120kWh/m/a para aquecimento, água quente e electricidade. ▪ Uma casa passiva é eficaz em termos de custo, concepção, construção e equipamento instalado, mais uma vida operacional de 30 anos, quando não excede a média de uma construção nova.
Edifícios de energia + (energy-plus buildings)	▪ Projectos-piloto procuram conceber edifícios de energia mais, ou seja, edifícios que produzam mais energia do que aquela que consomem ao longo de um ano. A energia extra é habitualmente electricidade produzida a partir de células solares, aquecimento ou arrefecimento solar, optimização do isolamento, tal como uma correcta orientação e escolha de implantação.
Eco-cities	▪ De modo a potencializar a eficiência energética nos edifícios, a totalidade da cadeia energética deve ser considerada, incluindo as condições ambientais do local, assuntos relativos às comunidades, sistemas de transporte e sistemas de trabalho e de vida. ▪ No planeamento da cadeia energética das *eco-cities*, as fontes de energia disponíveis, em especial as fontes renováveis, devem ser tomadas em conta. Também a funcionalidade de a totalidade da cadeia energética, produção, transmissão e em alguns casos o armazenamento deve ser considerados para se obter uma solução óptima. ▪ A cadeia de energia para edifícios nas *eco-cities* inclui os seguintes termos: Casa de baixo consumo de energia; sistemas de aquecimento de baixa temperatura; Sistemas de distribuição de baixa temperatura; uso de fontes de energia renovável sempre que possível; produção de aquecimento mais perto possível; produção de electricidade pode ser centralizada. Sistemas de baixa temperatura de aquecimento são recomendados já que estes são capazes de um conjunto de diferentes tipos de fontes de energia.
Reabilitação para a eficiência energética	▪ No processo de reabilitação aplicam-se os mesmos princípios básicos da construção nova. A energia operacional é a causa maior das emissões de dióxido de carbono nas habitações a serem renovadas e este deve ser o assunto principal a ser resolvido. Esta situação pode ser resolvida da seguinte maneira: Invólucro eficiente energeticamente; bom nível de isolamento; tecnologias de janelas actual; controlo da ventilação e recuperação de calor da exaustão de ar; sistemas de baixa temperatura na distribuição de aquecimento; equipamentos eléctricos eficientes; produção de água quente recorrendo a fontes renováveis e regenerativas.

2.4 Reinventar a Indústria da Construção

A revolução industrial que originou o capitalismo moderno aumentou as possibilidades para o desenvolvimento material da Humanidade, situação que perdura actualmente, mas a um certo preço. Enquanto que o sistema industrial alcançou vários cumes de sucesso, com a capacidade de acumular vastos níveis de capital humano, o capital natural, no qual a civilização depende para criar prosperidade económica, está num rápido declínio [40].

2.4.1 Novo sistema industrial

O capitalismo convencional deverá ser substituído por uma nova abordagem em direcção a um novo capitalismo que apresente preocupações pelos sistemas vivos.

A estrutura do capitalismo convencional pode ser sumarizada em [40]:

- O progresso económico pode ocorrer melhor num sistema de produção de mercado e distribuição livre onde o reinvestimento dos lucros tornam o trabalho e o capital produtivos;
- Vantagens competitivas ganham com o tamanho, mais indústrias eficientes manufacturam mais produtos para venda e uma expansão de mercado;
- Crescimento da produtividade total maximiza o bem-estar humano;
- Qualquer falha de produtos que suceda vai potencializar o desenvolvimento de novos produtos para substituição;
- Preocupações pela qualidade da saúde ambiental são importantes mas devem ser equilibradas com as necessidades do crescimento económico, para manter uma alto padrão de vida;
- Forças do mercado e da livre iniciativa irão distribuir as pessoas e os recursos na sua melhor proficuidade.

Através do capitalismo natural, a possibilidade de um novo sistema industrial, está baseado num conjunto diferente de enquadramento e de valores, numa alternativa ao capitalismo convencional [40]:

- O ambiente não é um factor menor de produção mas um envelope que contêm, fornece e sustem toda a economia;
- O factor que limita o desenvolvimento futuro da economia é a disponibilidade e funcionalidade do capital natural, em particular, serviços que suportam a vida que não têm substituição e que actualmente não têm valor de mercado;
- Sistemas de negócio mal concebidos ou implementados, aumento da população e padrões de consumo esbanjadores, são a primeira causa da perca de capital natural e, ambos devem estar direccionados para alcançar uma economia sustentável;
- O futuro do progresso económico pode ser melhor alcançado em sistemas de produção democráticos e baseados no mercado de produção e distribuição, no qual todas as formas de capital são completamente valorizadas, incluindo o capital humano, manufacturado, financeiro e, o natural;
- Uma da chave dos benefícios de emprego das pessoas, dinheiro e ambiente, é o aumento radical na produtividade dos recursos;
- O bem-estar humano é melhor atendido através do melhoramento da qualidade e fluxo do funcionamento dos serviços desejados, do que pelo simples aumento dos fluxos monetários;
- Sustentabilidade ambiental e económica depende num redireccionar das iniquidades globais dos rendimentos e do bem-estar material.

2.4.1.1 Quatro estratégias centrais do capitalismo natural

A publicação *Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution,* introduz a quatro estratégias centrais do capitalismo natural que são meios que permitem aos países, companhias e comunidades, a operação pelo comportamento em que todas as formas de capital sejam valorizadas. Deste modo, pode ser possível evitar a escassez de recursos, perpetuar a abundância e providenciar uma base sólida para o desenvolvimento social, como base de uma posse responsável e a prosperidade para o século actual [40]:

- **Produtividade dos recursos naturais:** Aumento radical da produtividade dos recursos é o fundamento base do capitalismo natural, já que a utilização dos recursos de forma mais eficaz tem benefícios significativos, abranda o esgotar dos recursos, diminui os níveis de poluição e providencia uma base para o aumento de empregos sérios a nível mundial. Como resultado, uma baixa de preços para os negócios e a sociedade, que deixam de ter que pagar para causas relacionados com a perturbação social e dos ecossistemas;
- **Biomimetismo:** Redução do esbanjar do processamento dos materiais, pela eliminação do próprio conceito de desperdício, pode ser alcançável pelo redesenhar do sistema industrial numa direcção biológica que altere a natureza dos processos industriais e dos materiais, permitindo a reutilização constante dos materiais em ciclos contínuos fechados, e no eliminar da toxidade;
- **Economia de serviços e fluxos:** Esta aproximação convoca uma mudança radical nas relações entre os produtores e os consumidores, uma alteração de uma economia de bens e aquisições, para uma de serviços e fluxos. No essencial, uma economia que é baseada no fluxo dos serviços económicos que melhor podem proteger os serviços dos ecossistemas dos quais dependem. Este novo entendimento vai produzir uma nova percepção de valor, uma alteração da aquisição de bens como uma medida de riqueza, para uma economia onde um contínuo de qualidade, utilidade e performance promove o bem-estar;
- **Investimento no capital natural:** Funcionamento em direcção a um reverso da destruição planetária, através de um reinvestimento no suster, restaurar, e expandir das provisões do capital natural, para que a biosfera possa produzir serviços de ecossistemas mais abundantes e recursos naturais.

Todas estas quatro mudanças estão relacionadas e são interdependentes, ambas geram numerosas oportunidades de mercado, financeiras, materiais, distribuição e de emprego. No conjunto podem reduzir os danos ambientais, originar crescimento económico e aumentar emprego com valor.

Há pois que repensar os processos de produção actuais e como estes podem afectar a indústria da construção. Um conjunto mais alargado de factores económicos influenciam a tomada de acções por parte dos actores principais [41]:

- Desempenho das lideranças por sector;
- Maior acesso ao capital;
- Vantagens por tomar a liderança;
- Melhor governo corporativo;
- A capacidade de liderar inovação e reter as capacidades competitivas;
- Melhorar a reputação e desenvolvimento de marcas;
- Aumento da partilha do mercado e diferenciação do produto;
- Capacidade para atrair e manter os melhores talentos;
- Aumento da produtividade e saúde dos trabalhadores;
- Melhoria da comunicação, criatividade, e ética nos locais de trabalho;
- Melhoria na gestão da cadeia de valor.

2.4.2 Refazer os modos de produção

O movimento *cradle to cradle (berço para o berço),* pretende propor um modelo que ultrapasse os sistemas de produção actuais, *cradle to grave (berço para a sepultura)*, numa manufactura de bens cujo final de vida útil irá produzir desperdícios, em direcção a uma nova aproximação, suportada por noções de eco-eficiência, numa alternativa de enquadramento ao modelo existente destrutivo.

+ Revolução industrial

Sistema de concepção de produção assente em [42]:

- Coloca toneladas anuais de material tóxico no ar, água e solos;
- Produz alguns materiais perigosos que requerem uma vigilância constante perante gerações futuras;
- Resulta em quantidades gigantescas de desperdícios;
- Coloca materiais valiosos no subsolo por todo o planeta, onde nunca podem ser recuperados;
- Necessita de vasta e complexa legislação e regulamentação, não para manter as pessoas e o ambiente seguros, mas para evitar que estes fiquem contaminados em demasia;
- Mede a produtividade de como um conjunto limitado de pessoas estão a trabalhar;
- Cria prosperidade pelo escavar e delapidar dos recursos naturais e depois voltar a enterra-los ou queimando-os;
- Cria erosão da diversidade das espécies e das práticas culturais.

+ Movimento pela eficiência ecológica

Conceber um sistema industrial em que:

- Liberte menos quantidades anuais de desperdícios tóxicos para o ar, água e solos;
- Medir a prosperidade por uma menor actividade;
- Cumprir o estipulado da complexidade dos regulamentos para evitar que as pessoas e o ambiente sejam contaminados de forma demasiado rápida;
- Produzir menos materiais, menos perigosos, e que coloquem as futuras gerações numa vigilância constante;
- Resultem em quantidades menores de desperdícios inúteis;
- Coloquem quantidades menores de materiais valiosos em subterrâneos onde nunca possam ser retirados.

+ Movimento cradle to cradle (C2C)

- Edifícios, que como as árvores, produzam mais energia daquela que consomem e purifiquem a sua própria água;
- Fábricas que produzam efluentes que sejam água potável;
- Produtos que, quando a sua vida útil terminar, não se tornem desperdícios inúteis, mas que possam ser lançados para os solos para decomposição e tornarem-se alimento para plantas e animais, nutrientes para os solos ou, em alternativa, possam regressar aos ciclos industriais como matéria-prima de alta qualidade para novos produtos;
- Valorização financeira dos materiais acumulados anualmente para os propósitos humanos e naturais;
- Transportes que aumentam a qualidade de vida enquanto procedem à distribuição de bens e serviços;
- Mundo de abundância, não de limites, poluição e desperdícios.

2.4.3 Transformação do sector da construção

Estão identificadas duas áreas fundamentais para se proceder a uma transformação do sector da construção, uma focada nos impactes de negócio, outra, direccionada para a pesquisa [43].

Impactes e potenciais na condução de mercados e negócios:

- Aumento da competição global, baixas margens de lucro no sector, sector fragmentado dominado por pequenas empresas, má imagem em termos de segurança, baixa qualidade, alto preço;
- Pressão para aumentar a produtividade e a qualidade no sector da construção;
- Diminuição da força de trabalho em geral e no sector da construção com o objectivo de aumentar a produtividade e atrair outros grupos e recursos.

Áreas de pesquisa:

- Novos processos integrados, parceiros, industrialização e produtividade;
- Requisitos de competência, liberdade de mobilidade dos recursos, força de trabalho, materiais, actividades;
- Impacte na economia e mercados;
- Análise custos do edifício, gestão de estudos e competição;
- Remoção de barreiras na regulamentação como base de deliberação de possíveis harmonizações e no identificar as consequências das possíveis alterações.

Para se obterem estes propósitos as mudanças deverão incluir acções de âmbito tecnológico, político, de educação, procedimentos contratuais, e redefinição dos processos de construção (Tabela 2.23).

Tabela 2.23: Propósitos para uma transformação da indústria da construção [24]

Alterações	Descrição
Tecnologia	▪ Tecnologias que minimizem o consumo dos recursos e os impactes ambientais do ambiente construído necessitam de ser desenvolvidos.
Políticas	▪ De modo global, os edifícios necessitam de ser concebidos baseados numa análise de custos do ciclo de vida e análise dos custos iniciais.
Incentivos	▪ Governos necessitam de originar incentivos financeiros para as construções de alto desempenho, como uma revisão prioritária de edifícios estatais, aceleração no aprovar deste tipo de projectos e, uma redução de taxas especificas durante um período de tempo.
Educação	▪ Todos os profissionais da indústria necessitam de ser educados e treinados no âmbito e necessidade para criar edifícios de alta performance. Donos de obra, arquitectos, engenheiros, arquitectos paisagistas, gestores, construtores, produtores e distribuidores de materiais, companhias de seguros, agentes imobiliários e, todos os outros profissionais implicados no processo. Há também uma necessidade proceder a um enquadramento de toda uma força de trabalho que actua para uma vasta quantidade de subempreiteiros, que transformam os edifícios em realidade.
Honorários dos edifícios de alta performance	▪ Contratos para a concepção e construção dos serviços necessitam de uma revisão de modo a oferecer incentivos para as equipas de projecto que cumprem excedem os objectivos de projecto, no que diz respeito ao consumo de recursos e impactes ambientais. Estes objectivos incluem metas para o consumo de energia e água, saúde dos edifícios, resíduos derivados da construção, protecção dos bens naturais e, outros objectivos que contribuam para o desempenho dos edifícios.
Processo de construção	▪ O processo físico de construção necessita de ser alterado para garantir que as actividades envolvidas na construção dos edifícios têm o mais baixo impacte possível. Entre estas mudanças estão, redução dos desperdícios da construção ou, a reciclagem ou, a reutilização dos resíduos, entender e implantar métodos de controlo efectivos de erosão dos solos, protecção da flora e da fauna dos locais durante o processo de construção, minimizar a compactação dos solos durante a construção, e uso cuidado de materiais que possam originar problemas ambientais.

2.4.3.1 Orientações para a evolução do mercado

As estratégias para transformação do mercado são baseadas em orientações utilizadas para impelir ou influenciar produtos e práticas mais eficientes para o mercado [44]:

- **Incentivos aos consumidores:** Incluem reembolsos, financiamento inovador ou descontos, apoio financeiro para consumidores como elemento que potencializam os clientes na escolha de opções eficientes;
- **Códigos e normas:** Impõem uma eficiência mínima nos edifícios, electrodomésticos e outro equipamento, removendo escolhas menos eficientes do mercado são elementos que influenciam os construtores e fabricantes a disponibilizarem bens e serviços eficientes;
- **Educação e informação:** Através de marketing, educação e na procura de informar as actores de mercado sobre as oportunidades da eficiência energética. Estes programas incluem etiquetagem, benchmarking, comparações disponibilizadas na Internet, materiais profissionais, currículos académicos e outros materiais;
- **Assistência técnica:** Ajuda a garantir que as barreiras ao conhecimento por parte dos consumidores, instaladores e retalhistas, não impeçam o progresso de iniciativas sobre a eficiência;
- **Tecnologias emergentes:** Baseiam-se na pesquisa, desenvolvimento, demonstração e ou desenvolvimento de produtos mais eficientes energeticamente, desde dos laboratórios aos mercados comerciais.

As transformações de mercado envolvem uma alteração, quer na cadeia de fornecimento dos produtos e serviços, como no comportamento dos consumidores no que concerne à eficiência energética [44]:

- **Inovação na construção de edifícios:** Direccionar avanços tecnológicos nas tecnologias para a construção dos invólucros dos edifícios, incluindo materiais e sistemas de construção, métodos de construção, infra-estruturas avançadas de medição de desempenho e concepção de edifícios, e incorporar os avanços da tecnologia nos códigos e normas;
- **Soluções totais:** Desenvolver, oferecer e promover soluções abrangentes para edifícios, que incluam medidas sobre a eficiência energética, ferramentas de gestão e informação em tempo real, opções de distribuição eficaz de modo a maximizar do ponto de vista económico, o tomar de decisões, e o economizar de energia;
- **Exigência dos clientes:** Criar grandes níveis de exigência por parte dos clientes de forma a um progressivo aumentar a eficiência das habitações através de acções coordenadas de campanhas de educação pública e programas de incentivo;
- **Soluções estatais:** Coordenação e colaboração com agências governamentais e organizações privadas para avançar na pesquisa e desenvolvimento para alinhar esforços estatais na eficiência dos edifícios;
- **Financiamento:** Trabalhar com a comunidade financeira para desenvolver opções inovadoras e opções de financiamento para a eficiência energética nos edifícios;
- **Códigos e normas:** Adopção de legislação mínima, agressiva e progressiva, com uma verificação e aplicação eficaz, que permitam puxar o mercado para um nível superior de novos e mais exigentes códigos e normas.

Uma reinvenção no âmbito da indústria da construção terá de estar forçosamente direccionada para a resolução dos problemas e desafios actuais. Os objectivos passam por um direccionar da indústria para realizar concepções sustentáveis, numa necessidade constante para ultrapassar os requisitos mínimos, pela introdução e aplicação de técnicas de projecto integrado, no estabelecer de metodologias de avaliação (Tabela 2.24).

Tabela 2.24: Objectivos para as concepções sustentáveis [45]

Objectivos	**Descrição**
Conceber pela sustentabilidade	▪ O modelo para conceber pela sustentabilidade é a natureza. A natureza é eficiente e eficaz, na sua essência não produz desperdícios. Em contraste à natureza, o processo no qual se projecta, realiza e usa os recursos, é linear, usando os recursos e energia em produção de desperdícios em todas as fases. Procura para refazer os processos actuais para eliminar os desperdícios, a natureza é um modelo a estudar. ▪ Para adoptar a natureza como modelo para ser utilizado nos processos inerentes à indústria da construção, há que reconverter o actual processo linear em processos cíclicos. ▪ A indústria da construção relaciona-se com o Mundo de várias e diversas maneiras. É conveniente portanto, o mínimo de destruição dos processos relacionados com a construção, uso, e reutilização. Esta ideia de minimizar os danos não pode ser o objectivo máximo, já que demasiados danos já foram infligidos no mundo. ▪ De um ponto de vista ideal, os edifícios e as comunidades sustentáveis devem ser reconstituintes, ajudando a reparar os danos que já foram infligidos e na criação de espaços e locais saudáveis. Neste entendimento, edifícios e comunidades sustentáveis tornam-se parte da natureza e não algo em competição com a natureza. ▪ Os novos processos de concepção sustentável exigem que todos os produtos, processos e procedimentos, sejam questionáveis e revistos de uma nova perspectiva, uma que inclua os impactes ecológicos e de saúde humana, das decisões de projecto. Com este entendimento, pode resultar num melhoramento substancial de um ponto de vista ambiental, o que pode originar a ambientes mais agradáveis e produtivos para os utilizadores. ▪ O modelo de decisão antigo é baseado num equilíbrio entre o custo, calendarização e qualidade. Contudo os projectistas necessitam igualmente de tomar consciência dos efeitos ambientais e na saúde humana. O novo modelo de decisão integra a saúde humana, segurança, assim como, as questões da ecologia, considerações intencionais dos processos de realização, do mesmo modo de que o tempo, o custo e a qualidade são partes integrantes dos processos de decisão.
Ultrapassar os mínimos	▪ As sociedades actuais foram formadas numa base errada dos processos de planeamento e frequentemente ignoram as relações complexas entre o ambiente construído e o mundo natural. De forma geral ignoram ou minimizam as implicações a longo prazo nas quais têm influência. Desempenho dos edifícios baseiam-se exclusivamente em requisitos mínimos. O mínimo é entendido como o máximo. ▪ Contudo, um edifício ineficiente irá colocar centenas de toneladas de poluentes no ar. Um edifício que não gere as águas residuais cria problemas externos, comunidades que não ofereçam meios de transpores adequados continuam a sofrer de congestão automóvel e poluição. ▪ Em ultrapassar os requisitos mínimos e num focar de procura de uma performance óptima de diferentes frentes redefinem-se os problemas de modo a potencializar novas possibilidades. Objectivo de procura de soluções criativas que forcem uma ultrapassagem dos requisitos mínimos de performance.
Necessidade de um projecto integrado	▪ A produção de alterações significativas nos novos edifícios não é conseguida sem o abandono dos processos tradicionais de projecto. Para uma alteração efectiva na concepção dos edifícios, o próprio sistema de produção de projecto deve mudar desde, uma mera colecção seriada de tarefas individuais realizadas com pouca interacção entre os intervenientes do processo, para um esforço e consciência colaborativo para integrar estratégias de projecto entre todas as disciplinas e todos os intervenientes do processo de concepção, o que permite o surgir de oportunidades de um modo sinergético. ▪ Para atingir os objectivos de um projecto integrado, a definição da equipa de projecto precisa de aumentar de modo a superar a falta de comunicação presente nos processos tradicionais de concepção. Processo integrado exige um trabalho de equipa que pretende a inclusão e uma proximidade do trabalho de equipa. Representantes das

{continua}

	comunidades, futuros utilizadores, construtores, futuro pessoal da manutenção, podem todos em conjunto, acrescentar informações essenciais para o sucesso final das soluções propostas. ▪ Para melhorar a performance global, as equipas necessitam de optimizar a totalidade do edifício como um sistema. Uma concepção integrada, significa a captura de benefícios de um sistema múltiplo concebido para trabalhar de forma eficaz em conjunto em vez de separado. ▪ Um processo integrado leva à descoberta de sinergias de projecto que multiplica os benefícios. A integração entre a engenharia mecânica, engenheiros civis, engenheiros de trânsito e arquitectos, pode originar um menor impacte nos locais de construção.
Medir desempenho	▪ Com o recurso a benchmarks, permite que a totalidade da equipa de projecto entenda o valor das soluções de projecto propostas. Uma variedade de sistemas de benchmarks foram já desenvolvidos para seguir desempenhos comuns ou melhorados em termos das concepções sustentáveis, e muitos deles referem-se às acções de projecto.

2.4.3.2 Futuro da construção sustentável

A busca para uma alteração fundamental para o futuro da construção, está assente numa identificação e tentativa constante para se ultrapassarem os requisitos habituais [24]:

- Um ambiente construído onde se adopta uma prática global suportada em materiais de ciclo fechado e, a totalidade dos edifícios, do invólucro, sistemas e interiores, são compostos por produtos de fácil desmantelamento para permitirem uma imediata reciclagem; desperdícios originados através do ciclo de vida dos edifícios com capacidade para uma reciclagem biológica ou tecnológica, edifícios com capacidade para a desconstrução, com capacidade de desmantelamento com suporte económico e posterior reutilização e reciclagem; recurso a materiais com um valor futuro, quer para sistemas humanos ou biológicos, possam ser incorporados nos edifícios;
- Edifícios numa relação sinergética com o seu ambiente natural e agregado com ambiente circundante; trocas de materiais ao longo da interface edifício e natureza beneficiam ambas as partes das fronteiras, desperdícios os edifícios e dos ocupantes processados para originar nutrientes aos sistemas bióticos circundantes; eliminar de emissões tóxicas ou prejudiciais, do ar, água, e das substâncias sólidas;
- Ambiente construído que incorpore sistemas naturais em diferentes escalas, desde o edifício individual até às bioregiões; melhorar as integrações inexploradas dos sistemas naturais com o ambiente construído de modo a potencializar habitats humanos superiores, a uma baixo custo; paisagem deverá providenciar sombra, alimentação, amenidade, e reutilização das águas num raciocínio para as infra-estruturas construídas;
- Redução do uso de energia por um Factor 10 ou inferior em relação aos edifícios convencionais; as estruturas comerciais e institucionais, para serem verdadeiramente sustentáveis, sofrerão um processo de redução na utilização de necessidades energéticas; a fonte de energia primordial será o Sol e outras fontes de origem renovável, como o vento ou a biomassa, entre outras.

2.4.3.3 Campos de acção

Uma acção a longo prazo pode preservar os edifícios das modas e das influências de curto prazo. Novos objectivos são necessários e o campo de acção é diverso [8]:

- **Energia:** O nível de tecnologia actual permite já obter uma alta eficiência nos edifícios. Os edifícios concebidos para o futuro irão explorar todas as funcionalidades da eficiência energética, no entanto, pode não ser o suficiente quando as energias fósseis se esgotarem;
- **Materiais e formas de construção:** A utilização de materiais para um edifício pode ser reduzido de forma considerável como meio de recurso eficiente. A possibilidade de utilizar materiais de forma eficiente e integrar os materiais de construção em ciclos fechados é apenas aplicado de forma esporádica. Utilização de menos materiais aumenta a possibilidade no uso de materiais de alta tecnologia e, portanto, reduzir o uso de substâncias que criam prejuízos para os edifícios e o ambiente;
- **Ciclo de vida:** Ao se considerar a normalidade do ciclo de vida de um edifício pelo uso de componentes duráveis e de manutenção reduzida. Reparações, actualizações técnicas e melhoramentos, são momentos decisivos no ciclo de vida de um edifício. Componentes e materiais para reparações e substituições, devem estar separados para evitar destruições e serem reutilizáveis se removidos;
- **Adaptabilidade:** Uma estrutura espacial não se baseia somente na comunicação e produtividade, mas também na adaptabilidade e flexibilidade de um ponto de vista da construção, de modo a tornar possível a continuação na utilização do edifício mesmo quando as funções se alteram. É necessária uma diferenciação e o desenvolvimento cuidadoso da especificação de produtos para os edifícios. Estes devem incluir a organização e as mudanças previsíveis no catálogo de requisitos e ir para além de generalizações;
- **Localização:** Na escolha do local para implantação de um edifício as medidas de desenvolvimento continuem um factor chave na qualidade ambiental e eficácia de custo dos edifícios. Viver em cidades é eficiente do ponto de vista ambiental e ecológico, já que as infra-estruturas técnicas apenas podem ser garantidas a longo prazo em áreas fortemente densificadas.

§

CAPÍTULO 3: Processos e Mecanismos de Projecto

3.1 Princípios do Projecto Integrado

O AIA, *The American Institute of Architects*, define projecto integrado como uma abordagem aos mecanismos de projecto, o que integra as pessoas, sistemas, estruturas de negócio, e práticas, num processo colaborativo, aproveitando os talentos e discernimento de todos os participantes, para redução dos desperdícios e optimizar da eficiência através de todas as fases, da concepção, fabrico e construção. Os princípios para um projecto integrado podem ser aplicados a uma variedade de situações contratuais, e as equipas constituintes de um projecto integrado incluem de forma habitual membros que vão além da tríade entre, dono de obra, projectistas, e construtor [46].

3.1.1 Processo de concepção integrado

Um processo de concepção integrado está baseado nas observações de que as mudanças e o melhoramento dos processos de concepção são relativamente fáceis de conseguir no início do processo, mas torna-se demasiado difícil e prejudicial, quando o processo está já decorrer. A existência de um guia de definições dá crédito e forma ao processo, tornando-o mais fácil de promover e implementar.

Os elementos típicos de processo de concepção integrada incluem [47]:

- Trabalho interdisciplinar entre arquitectos, engenheiros, orçamentistas, especialistas em operação de edifícios, e outros actores relevantes, logo desde o início do processo de concepção;
- Discussão da importância relativa de diversos assuntos relacionados com o desempenho do edifício e o estabelecer de um consenso nesta matéria entre clientes e projectistas;
- Restrições de orçamento aplicadas na globalidade de acção de um edifício, sem uma separação de estimativas e orçamentação entre os sistemas individuais. Deste modo, reflecte a experiência de que grandes gastos num sistema podem reduzir os custos num outro sistema individual;
- Acréscimo de especialistas na área da engenharia da energia e simulação energética;
- Teste de várias assumpções de concepção através da utilização de simulações de energia em todo o processo, de modo a providenciar informação objectiva neste aspecto chave do desempenho dos edifícios;
- Clara articulação dos alvos e estratégias de desempenho, a serem actualizadas através do processo do trabalho em equipa;
- Durante o processo, um mediador de projecto é adicionado à equipa de projecto para levantar e alertar dos assuntos de desempenho, e garantir que informação adequada dos especialistas é utilizada.

3.1.1.1 Princípios fundamentais

Os princípios fundamentas do projecto integrado, são [48]:

- **Respeito mútuo e confiança:** Num projecto integrado, o dono de obra, projectistas, consultores, construtores, e fornecedores, entendem o valor da colaboração e estão empenhados em trabalhar como uma equipa nos melhores interesses do projecto;
- **Benefícios e recompensas mútuas:** Todos os participantes ou membros de equipas beneficiam do projecto integrado. Como o processo integrado requer o envolvimento atempado de diferentes partes, a estrutura compensa, reconhece, e valoriza essa atitude. Compensação é baseada no valor adicionado por uma organização e ganha comportamento pela procura do que é melhor para um projecto, como no providenciar de incentivos para alcançar objectivos de projecto. Projectos integrados recorrem a modelos de negócios inovadores para suportar a colaboração e a eficiência;
- **Inovação colaborativa e tomadas de decisão:** A inovação é estimulada quando as ideias são trocadas de forma livre entre todos os participantes. Num projecto integrado, as ideias são julgadas pelos seus méritos e não pelo papel ou *status* do seu autor. As decisões chave são avaliadas pela equipa de projecto, e por uma questão prática, tomadas por unanimidade;
- **Antecipação na definição de objectivos:** Objectivos de projecto desenvolvidos nas fases iniciais são aceites e respeitadas por todos os participantes. Discernimento por parte de cada participante é valorizado numa cultura que promove e procura a inovação, o despenho excepcional, e centra-se nos resultados globais de projecto num enquadramento de valores e objectivos dos participantes individuais;
- **Planeamento intensificado:** Projecto integrado reconhece que um aumento de esforço no planeamento venha a resultar num aumento na eficiência e redução de custos durante a construção. Desta maneira a confiança de uma aproximação integrada não é o de reduzir o esforço de concepção mas de aumentar os resultados desta, agilizando e diminuindo os esforços e os custos na fase de construção;
- **Comunicação aberta**: Projecto integrado está focado no desempenho das equipas numa comunicação aberta e honesta entre todos os participantes. As tarefas são claras e bem definidas numa cultura de responsabilidade conduzindo à resolução e identificação de problemas, não uma determinação das obrigações. As disputas são reconhecidas durante as ocorrências e rapidamente resolvidas;
- **Tecnologia apropriada:** Projectos integrados dependem de tecnologias de ponta. Tecnologias são definidas na fase inicial dos projectos para maximizar a funcionalidade, estabelecer-se uma generalização e definição de protocolos de inter-funcionalidade. Trocas de informação abertas e em inter-funcionalidade baseadas em estruturas disciplinadas e transparentes são essenciais para suportar um projecto integrado. As normas abertas permitem uma melhor comunicação entre todos os participantes, deste modo, tecnologia que é complacente com normas abertas deverá ser usado sempre que possível;
- **Organização e liderança:** A equipa de projecto é uma organização no seu próprio direito e todos os membros estão comprometidos com os objectivos e valores do chefe de equipa. A liderança é tomada pelos membros da equipa com mais capacidades em relação a determinados trabalhos e serviços específicos. Papéis estão claramente definidos, sem a necessidade de se criarem barreiras artificiais que congelem as comunicações e o tomar de riscos.

3.1.2 Valor nas proposições do projecto integrado

Eficiência, gestão, optimização e flexibilidade são acréscimo de valor das proposições do projecto integrado [48]:

+ Eficiência

- **Certo à primeira vez:** Colaboração resulta em eficiência, com um incentivo para conceber e construir projectos certos às primeiras tentativas, reduzindo a redundância na fase de documentação e no baixar o risco de custos adicionais devido aos atrasos na fase de construção.

+ Custo de gestão

- **Previsível e controlado:** Em oposição a outras formas de condução de projecto, nas fases iniciais a equipa do projecto integrado é responsável para determinar os custos específicos em concordância com os donos do empreendimento e objectivos de projecto. Uma vez estabelecidas, as decisões são geridas em tempo real na duração do planeamento, concepção e construção.

+ Resultados optimizados

- **Encontrar os objectivos:** No modelo de integração os resultados são mensuráveis através da optimização de numerosos objectivos de projecto, reflectido nos propósitos dos donos de projecto. Para além do orçamento, calendarização e qualidade, objectivos chave incluem a concepção, rentabilidade, incentivos e sustentabilidade. Num método de projecto tradicional estes objectivos chave são incompatíveis.

+ Flexibilidade

- **Responsabilidade à mudança de mercados:** Um projecto integrado permite uma maior flexibilidade em tempo real, respondendo de acordo às mudanças das condições de mercado.

Os seguintes princípios, em combinação com uma lista de estratégias, são vitais para um processo integrado de projecto (Tabela 3.1).

Tabela 3.1: Combinação de princípios e estratégias de um processo integrado [49]

Atitude	Princípios	Estratégias
▪ Inclusão e colaboração.	▪ Equipa colaboração global.	▪ Formação adequada da equipa.
▪ Orientação de resultados.	▪ Âmbitos bem definidos, visão e objectivos.	▪ Construção de uma equipa.
▪ Confiança e transparência.	▪ Comunicação eficaz e aberta.	▪ Facilitar treino para equipa. ▪ Consultadorias especialidades.
▪ Abertura e criatividade.	▪ Inovação e síntese.	▪ Preparação e realização de Charrettes. ▪ Brainstorming.
▪ Rigor e atenção ao detalhe.	▪ Decisão sistemática.	▪ Objectivos e matrizes com previsões.
▪ Aprendizagem continua e aperfeiçoamento.	▪ Processo interactivo com ciclos de retorno.	▪ Avaliação pós ocupação. ▪ Análise de qualidade global.

3.1.2.1 Diferenças entre processo integrado e processo tradicional

O projecto integrado motiva formações antecipadas de conhecimento e experiência através da utilização de novas tecnologias, permitindo a todos os membros da equipa um melhor realizar dos seus mais altos potenciais enquanto se expande o valor que gera através do ciclo de vida do projecto [50].

Um projecto integrado desenvolve-se da conceptualização à implementação e fecho do processo, difere de forma significativa de um projecto não integrado. Uma terminologia convencional como, concepção esquemática, desenhos de desenvolvimento e de construção, originam barreiras no fluxo de trabalho que não estão alinhadas com um método integrado (Figura 3.1).

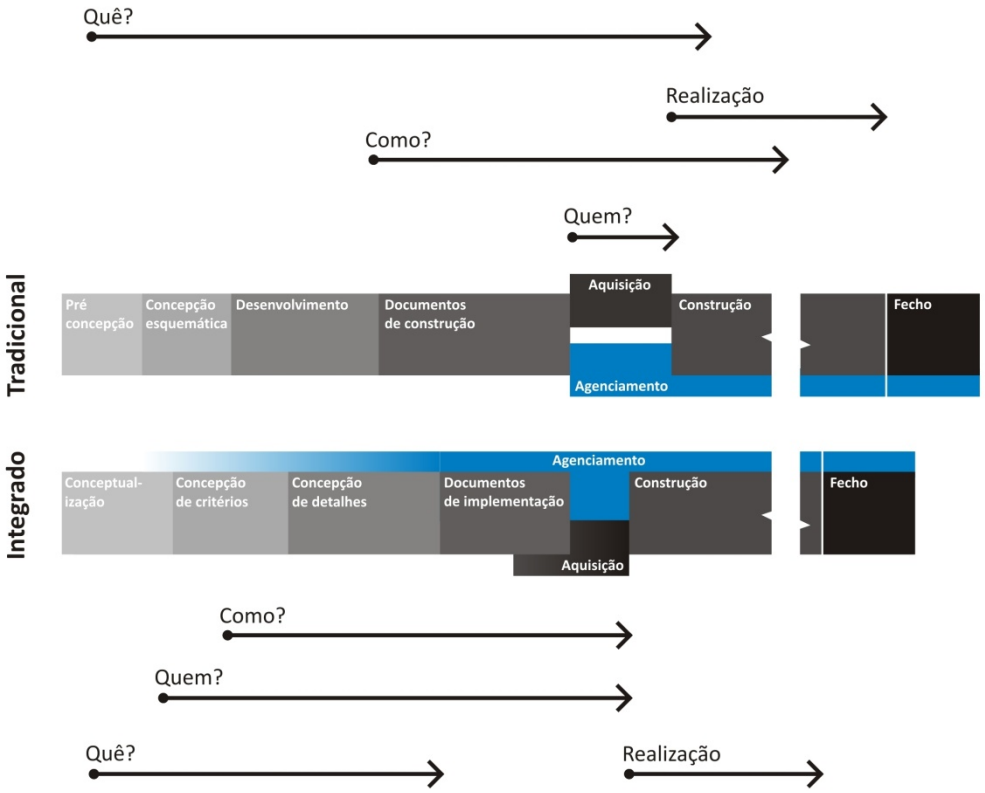

Figura 3.1: Diferenças entre um processo tradicional e um processo integrado [50]

No centro de um projecto integrado está uma equipa colaborativa, integrada e produtiva, composta pelos intervenientes principais. Construída a partir de contribuições atempadas de conhecimento individual, estas equipas são guiadas por princípios de confiança, processos transparentes, colaboração efectiva, partilha de informação, sucesso da equipa associado ao sucesso do projecto, partilha de risco e recompensa e, uma utilização de todas as potencialidades tecnológicas. O resultado é a oportunidade para conceber, construir e operar de uma forma o mais eficiente possível.

O processo integrado resulta de uma grande intensidade de compromisso da equipa envolvida nas fases iniciais de projecto. No projecto integrado, a concepção dos edifícios parte da determinação dos objectivos de projecto e de como este será construído.

3.1.2.2 Implementação e implicações

O procedimento de concepção integrado é tanto uma atitude como é um processo. Tendo uma atitude adequada sem o processo não é possível obter resultados positivos, tal como, tendo como base um processo sem uma atitude adequada, o sucesso é difícil de alcançar (Tabela 3.2).

Tabela 3.2: Diferenças entre um processo tradicional e um processo integrado [49]

Processo integrado de projecto		**Processo convencional de projecto**
▪ Inclusivo desde o início.	vs	▪ Envolve membros da equipa apenas quando necessário.
▪ Tempo e energia investido antecipadamente.	vs	▪ Menos tempo, energia, e colaboração nas fases iniciais.
▪ Decisões influenciadas por equipas alargadas.	vs	▪ Mais decisões realizadas por poucas pessoas.
▪ Processo interactivo.	vs	▪ Processo linear.
▪ Pensamento *Whole Systems.*	vs	▪ Sistemas considerados em isolamento.
▪ Permitir uma optimização completa.	vs	▪ Limitado a uma optimização constrangida.
▪ Procura de sinergias.	vs	▪ Diminuição das oportunidades para sinergias.
▪ Custos ciclo de vida.	vs	▪ Ênfase nos custos iniciais.
▪ Processos contínuos através pós-ocupação.	vs	▪ Término do processo quando a construção está completa.

Num projecto integrado, o projecto flui da conceptualização até à implementação e fecho, e difere de forma significativa de um projecto não integrado. A terminologia convencional como, concepção esquemática, desenvolvimento e desenho para a construção, originam fronteiras nos fluxos de trabalho que não são compatíveis com um processo integrado (Tabela 3.3).

Tabela 3.3: Implicações na adopção de processo integrado [50]

Processo tradicional		**Processo integrado**
▪ Fragmentado, base de reuniões apenas quando necessário ou no mínimo necessário, fortemente hierarquizado, controlado.	*Equipa*	▪ Projecto integrado composto pelos participantes principais, reunidos atempadamente no processo, aberto e colaborativo.
▪ Linear, claro, segregado, conhecimento angariado dentro das necessidades; acumulação de informação; silos de conhecimento e de perícia.	*Processo*	▪ Concorrencial e multi-nível; contribuições de conhecimento e perícia; informação partilhada; preceito e confiança entre os participantes.
▪ Gerido de forma individual, transferido na maior extensão possível.	*Risco*	▪ Gerado de forma colectiva e partilhado adequadamente.
▪ Persuadido de forma individual; esforço mínimo para um máximo de retorno; baseado no custo inicial.	*Compensação Recompensa*	▪ Sucesso da equipa interligado ao sucesso do projecto; baseado valor risco global.
▪ Baseado no papel, bidimensional; analógico.	*Comunicações Tecnologias*	▪ Base digital e virtual; Building Information Modeling, 3D, 4D e 5D.
▪ Encoraja esforços unilaterais; aloca e transfere os riscos; ausência de partilha.	*Contratos*	▪ Estímulos, promoção e apoio na partilha e colaboração aberta e multi-lateral; partilha de riscos.

3.1.3 Benefícios e responsabilidades

O objectivo do planeamento integrado é o de alcançar uma avaliação holística individual, separando os diversos aspectos do planeamento. Um planeamento integrado permite uma integração quer horizontal, interdisciplinar, como vertical, relacionado com ciclo de vida. É possível introduzir novas descobertas e requisitos no processo de planeamento desde do início e implementar técnicas de optimização para um planeamento eficiente.

Planeamento integrado esta baseado nos seguintes benefícios [8]:

- **Integração:** O conhecimento dos engenheiros e a experiência dos especialistas são incorporados no projecto logo desde o ponto de partida do planeamento;
- **Complexidade:** Aspectos dos edifícios sustentáveis são endereçados de forma compreensiva;
- **Iteração:** Opções de projecto mantêm-se em aberto até uma solução óptima seja encontrada, através do desenvolvimento interdisciplinar e uma avaliação de alternativas;
- **Opções:** Clientes fazem as opções não apenas baseados na forma visual das propostas;
- **Trabalho de equipa:** Arquitectos são responsáveis pela liderança da equipa de planeamento, mas não são as únicas forças de impulso durante o processo de planeamento;
- **Sistema de planeamento:** Aos especialistas é dada uma visão da complexidade das concepções arquitectónicas e os arquitectos ganham incentivos adicionais para aplicar no projecto dos edifícios, num aumentar de conhecimentos das disciplinas técnicas;
- **Conflitos:** Transparência nas decisões e a inclusão no tempo certo minimiza tensões e conflitos.

Há um conjunto de atitudes positivas, resultado de uma utilização austera dos princípios de uma abordagem integrada, que se traduzem em diversos benefícios (Tabela 3.4).

Tabela 3.4: Benefícios na adopção de um processo integrado [52]

Princípios do processo	Benefícios aplicação processo	Benefícios líquidos
Equipa colaboração global	▪ Formação com antecedência de uma equipa global e interdisciplinar que garanta a necessária perícia quando as oportunidades para impacte sejam maiores. ▪ Colaboração aproveita os melhores esforços da equipa e sabedoria colectiva.	▪ Realização de objectivos e desafios.
Âmbitos bem definidos, visão e objectivos	▪ Investir tempo na fase inicial do processo garante entendimentos comuns.	▪ Realização de edifícios de alto desempenho e sustentáveis.
Comunicação eficaz e aberta	▪ Transparência constrói confiança e aumenta o sentido de pertença da equipa. ▪ Comunicações respeitosas evitam perturbações e aumenta o esforço da equipa e entusiasmo.	▪ Realização de soluções de integração mais eficazes.
Inovação e síntese	▪ Promover abertura de abordagens e da criatividade conduz à inovação e à síntese, o que permite à equipa o alcançar os elevados requisitos de um edifício de alto desempenho.	▪ Maximizar os benefícios e a qualidade.
Decisão sistemática	▪ Um processo de decisão claro e um processo de decisão bem apreendido pode originar o tomar de melhores escolhas. ▪ Ferramentas como a análise do custo de ciclo de vida podem promover um pensamento de tipo holístico e de longo termo, necessário para as concepções sustentáveis.	▪ Minimizar dos custos.
Processo interactivo com ciclos de retorno	▪ Providenciar as oportunidades para retorno de informação em simultâneo à possibilidade dos ensinamentos serem apreendidas do início até ao fim.	▪ Melhores relações entre a equipa que possam resultar em parcerias para futuros projectos.

3.1.3.1 Como construir uma equipa integrada

A chave para um projecto integrado é a reunião de uma equipa que esteja comprometida num processo colaborativo e seja capaz de trabalhar em conjunto de forma eficaz. Para alcançar esta situação os participantes devem [50]:

- Identificar atempadamente os papéis dos participantes mais importantes para o projecto;
- Pré-qualificar membros para as equipas, individuais, e em grupo;
- Considerar interesses e procurar o envolvimento das partes seleccionadas;
- Definir de um modo compreensivo os valores, objectivos, e interesses dos participantes;
- Identificar a estrutura organizacional e de negócios que melhor se enquadra no processo integrado, que seja consistente com as necessidades e limites dos participantes. Esta escolha não deve ser associada aquela dos processos tradicionais, deve ser flexível, e adaptada ao projecto;

Desenvolver acordos de projecto, para definir os papéis e responsabilidades dos participantes. Estes devem estar sincronizados para garantir que os papéis e responsabilidades das partes são definidos de forma idêntica em todos os acordos e são consistentes com os modelos acordados pela organização e modelos de negócios.

3.1.3.2 Partilha de risco no projecto integrado

Um dos aspectos mais importantes do projecto integrado é se a componente de concepção deve estender-se a uma responsabilidade colectiva do projecto final. Este tema da responsabilidade de concepção e as acções de contratualização, de partilha de risco, e respectivas consequências económicas, são matéria fundamental na definição do desenvolvimento, negociação e acordos, no que concerne aos mecanismos do projecto integrado.

Na partilha do risco deve ter-se em atenção [51]:

- Trabalhar com declarações que definam requisitos legais;
- Desenvolver contratos apropriados de distribuição de riscos;
- Trabalhar com indústria dos seguros para desenvolver cobertura responsável e adequada para a exposição das responsabilidades na concepção.

3.1.3.3 Modelos de negócio

Projectos apoiados num processo integrado estão melhor ajustados para modelos de negócio onde [1]:

- Promovam um envolvimento atempado dos participantes principais;
- Originem um equilíbrio equitativo entre risco e recompensa;
- Tenham estruturas de compensação que premeiam a excelência para os projectos através da existência de uma estrutura aberta e incentivos associados ao sucesso do projecto;
- Definição clara de responsabilidade sem comprometer uma comunicação aberta e o tomada de riscos.

3.2 Colaboração e Informação Integrada

Uma equipa alargada associada a ferramentas para modelação e simulação do projecto, permitem a concepção ser levada a um nível superior de desenvolvimento, antes de se iniciar a fase de documentação. Um maior nível de desenvolvimento permite que a fase de implementação de documentos ser mais curta do que a correspondente no processo tradicional, permitindo a participação antecipada das agências reguladoras, construtores e fabricantes, permitindo um encurtar de todas estes procedimentos e fases de licitação.

Os efeitos combinados resultam num projecto que é definido e coordenado num nível muito mais superior antes do início da construção, permitindo uma construção mais eficiente e num curto período de tempo.

3.2.1 Paradigmas equipas virtuais

As equipas de projecto de hoje não parecem capazes de aproveitar as muitas oportunidades oferecidas por uma interconectividade permanente, o fácil e o ilimitado acesso a fontes de informação, e às ferramentas de comunicação em tempo real.

Enquanto muita da informação gerada pela Internet advoga as oportunidades efectivas de cooperação, as equipas no seu ambiente profissional parecem constrangidas por [53]:

- Problemas de adopção tecnológica;
- Falta de uma aproximação de comunicação eficaz;
- Maior confiança nos métodos tradicionais de trabalho;
- Ausência de motivação para trabalho em equipa;
- Fluxos de trabalho efectivo.

A adopção de novas ferramentas sem um desenvolvimento paralelo de uma nova cultura que suporte o seu uso e potencialidades disponibilizadas por estes cenários é típico de todas as fases de adopção de novas tecnologias.

Actualmente há uma possibilidade para formar equipas de trabalho substancialmente diferentes, denominadas de equipas virtuais em rede. Virtual, significa que a equipa é dependente das tecnologias da Internet e que as equipas trabalham com uma capacidade virtual, que há uma presença virtual, e que as equipas podem constantemente crescer e diminuir de acordo com as necessidades. Em rede, significa que as equipas são constituídas por indivíduos dispersos que estão conectados e actuam como uma entidade operativa. Estes indivíduos não utilizam hierarquias tradicionais de responsabilização, deste modo, aproximações tradicionais como de comando e controle, são ineficazes.

Equipas virtuais em rede, são criadas para aglutinar um ou mais grupos de pessoas cooperantes para alcançar um objectivo de negócio, o que inclui [53]:

- Concepção e desenvolvimento de software *open-source*;
- Planeamento e lançamento de eventos importantes;
- Teste de mercado de novos produtos;
- Definição de um mercado e capacidade de o publicitar a nível global;
- Implementar melhorias nos processos de negócio;
- Planear e executar mudanças na gestão e nas iniciativas de formação.

3.2.1.1 Desafios de trabalho

Os desafios de trabalho com equipas num ambiente virtual de funcionamento em rede são [53]:

- **Factor virtual:** Primeiro obstáculo tangível que pode ser sentido quando se lida com a optimização de uma equipa de trabalho virtual. O desafio de motivação do sucesso de uma equipa na qual muito dos membros nunca se encontraram cara-a-cara. Estes membros podem nunca se chegar a encontrar fisicamente com os restantes colegas e os modos de comunicação podem variar de membro para membro;
- **Factor da rede:** Uma equipa em rede não partilha uma mesma cultura de trabalho, apresenta resultados e há diversas sensibilidades profissionais. Esta situação torna difícil um consenso no uso de normas, estruturas de responsabilidade, e sanções por falta de desempenho;
- **Factor tecnológico:** A tecnologia é muitas vezes mais um componente da equipa com um custo próprio de adopção e integração. O preço da tecnologia para funcionamento em rede pode ser factor desencorajador, aumentando a resistência na adição de novas tecnologias que exijam novas aprendizagens e o adoptar modos de trabalho intuitivos. Novas tecnologias podem ser entendidas como intrusivas e que reclamam muito esforço para uma obtenção de pouca produtividade, estes são obstáculos que impedem que o trabalho real seja feito, o que acontece regularmente nas fases de formação;
- **Factor de negócios:** Em adição aos factores virtuais, de rede e tecnológicos, a pressão do trabalho originado nos ambientes actuais suscita níveis de tensão que se manifestam no trabalho em grupo pela substituição de grupos harmoniosos e proactivos, numa fuga de responsabilidades.

3.2.2 Instrumentos e definições

Existe uma grande oportunidade de melhoramento na produtividade em todas as fases da indústria da construção. Na prática corrente, a concepção dos edifícios são comunicadas em termos de centenas de documentos diferentes e habitualmente inconsistentes.

Estes documentos são elaborados para um conjunto predefinido de objectivos específicos, por hábito, documentos CAD *(Computer Aided Design)* excluem a informação necessária para uma avaliação efectiva dos projectos. A informação que se apresenta como suficiente para os desenhos CAD é habitualmente insuficiente para satisfazer os requisitos de um processo de concepção baseado em modelos, já que as expectativas da indústria para uma análise destes modelos estão a aumentar [54].

O objectivo das ferramentas BIM *(Building Modeling Information)* é o tornar as informações de projecto explícitas, para que as intenções de concepção e programa possam ser imediatamente entendidas e avaliadas. Como um recurso de partilha de conhecimento, a ferramenta BIM, pode reduzir a necessidade de uma re-angariação ou uma reformatação da informação. Esta situação permite num aumento da velocidade e precisão da informação transmitida, redução de custos associados a uma falta de interfuncionalidade, automação de verificação, análise, e um suporte sem precedente de funcionamento e manutenção de actividades [54].

A *National Institute of Building Sciences,* na norma *Unites States National Building Information Modeling Standard, Version 1 – Part 1,* apresenta um conjunto de definições com vista a enquadrar os novos paradigmas tecnológicos de suporte aos processos de projecto integrado [55].

+ Building Information Modeling (BIM)
A ferramenta BIM é uma representação digital das características físicas e funcionais de um edifício ou instalações, representação digital partilhada baseada em normas abertas e numa inter-funcionalidade. Deste modo, serve como um recurso de partilha de informação sobre um edifício formando uma base de dados de confiança para a tomada de decisões durante todo o ciclo de vida dos edifícios, da concepção, à operação. A premissa básica de um modelo BIM é a colaboração através de diferentes actores do processo nas distintas fases do ciclo de vida de um edifício, no inserir, extrair, actualizar ou modificar informação no suporte do modelo, e reflectir o papel de acção do actores intervenientes.

+ Modelos de informação (data models)
Modelos de informação estabelecem as relações entre vários tipos de objectos e elementos de informação associados, num formato que garante que a informação é apenas introduzida uma única vez e, deste modo, seja mantida numa única e mesma localização.

+ Prática integrada
Prática que influencia uma contribuição atempada do conhecimento através da utilização de novas tecnologias, permitindo aos arquitectos um potencializar e maximizar de realização como projectistas e colaboradores, enquanto se procede a um expandir da importância do ciclo de vida do projecto.

+ Integração
Integração de software é um caso concreto de inter-funcionalidade, quanto o mesmo modelo faz parte da estrutura de um grupo de aplicações internas. Este grupo consiste um conjunto limitado de aplicações em que cada uma serve uma diferente disciplina, processo industrial ou modelo de negócio. Conjuntos de dados são importados e ou exportados, de uma aplicação ou de um grupo específico, para um outro, e reutilizado sem transformações nos novos mapeamentos.

+ Inter-funcionalidade
Inter-funcionalidade do software é uma troca directa de informação entre diversas aplicações as quais podem ter uma estrutura interna própria. A inter-funcionalidade é alcançada pelo mapeamento de partes da aplicação da estrutura interna dos restantes participantes para um modelo universal de informação e vice-versa.

Uma ferramenta BIM é categorizada na relação entre [55]:

- **Produto ou uma representação digital:** Inteligente com informação sobre estruturas e edifícios, em que ferramentas que originam informação original e representações originais ou modelos virtuais inteligentes, são utilizadas para agregar informação, a qual, antes deste modelo de informação, era desenvolvida como tarefas separadas de informação não interpretável pelas ferramentas informáticas num processo baseado no papel;
- **Processo colaborativo:** Abrange actividades de negócio, processos automatizados, capacidades e normas abertas para utilização sustentável de informação e fidelidade;
- **Ferramenta de gestão do ciclo de vida dos edifícios:** Trocas e fluxos de informação de informação, procedimentos com equipas de trabalho utilizadas como repetíveis, verificáveis, transparentes num ambiente de informação sustentável utilizado através do ciclo de vida do edifício.

3.2.2.1 Benefícios na utilização BIM

Benefícios da aplicação de tecnologias BIM em direcção a projectos sustentáveis [56]:

- **Simulação 3D vs simulação 2D:** A representação bidimensional de um edifício é apenas uma representação da forma final, na forma abstracta de planos, secções e alçados e, por vezes vistas em perspectiva. A tecnologia BIM permite uma simulação total dos edifícios e dos seus componentes. Esta simulação vai mais além de uma mera demonstração de como as diferentes partes se podem conjugar e combinar num projecto. Pode prever colisões, exibir variáveis ambientais de diversas concepções para o mesmo edifício e, calcular materiais e prever calendarizações;
- **Precisão vs estimativas:** Pela capacidade de construir virtualmente o edifício antes da construção física no local, a tecnologia BIM eleva os níveis de precisão quer na quantidade e na qualidade obtida que ultrapassa todos os métodos históricos utilizados na realização de projectos e respectiva produção de documentação. Materiais de construção e variáveis ambientais podem ser demonstradas em tempo real em alternativa a uma estimativa artesanal;
- **Eficiência vs redundância:** Pelo facto de apenas se desenharem os elementos de construção uma única vez pode-se poupar em tempo e focar esse tempo adicional em outros assuntos de concepção.

A utilização de uma tecnologia BIM *(Building Information Modeling)* num processo de projecto integrado permite utilizar esta ferramenta de modo a melhor prever o impacte dos projectos no meio ambiente. Ao se criar um edifício de forma virtual antes de ser criado fisicamente, é possível [57]:

- Redução do trabalho através de maior produtividade;
- Redução dos conflitos entre disciplinas e interesses;
- Redução dos custos associados com a complexidade;
- Redução percas de informação e intenções nas traduções entre projectistas e construtores;
- Redução desperdícios de material;
- Redução dos erros e omissões;

- Aumento da capacidade para testar de forma rápida diversas opções de diversa complexidade;
- Aumento da capacidade para quantificar e testar variáveis;
- Aumento da precisão no fabrico, aumento da produtividade e da eficiência;
- Aumento da comunicação e integração;
- Aumento das oportunidades para inovação e soluções regenerativas.

3.2.2.2 Para além da documentação

Uso das ferramentas BIM pode ir para além do originar de documentação para a construção [56]:

- Aplicação como base de dados que ajudam a gerir as relações entre materiais, montagens, e vistas;
- Possibilidade de uso dos computadores na medição e contagem mais rigorosa dos elementos da construção;
- Uso das três dimensões permite a possibilidade de visualização instantânea não apenas da organização do edifício, mas da possibilidade de transferir digitalmente o modelo entre aplicações.

Benefícios na utilização da ferramenta BIM abrangem procedimentos desde a concepção e documentação, até à construção e ocupação dos edifícios [56]:

- **Integração de documentos:** Documentos são colocados numa base de dados simples e integrada e a coordenação da documentação é relativamente automática. A estrutura de base de dados permite que as revisões da documentação sejam visíveis de forma automática e as referências sejam coordenadas de forma instantânea. Pela integração da informação dos consultores nos desenhos de arquitectura, o edifício é modelado em três dimensões, é fácil verificar os conflitos entre os aspectos da arquitectura, estruturas e instalações mecânicas, na procura de interferências e conflitos no projecto do edifício;
- **Visualização na fase de concepção**: Devido à utilização de modelos tridimensionais é possível visualizar o edifício de qualquer ângulo. Esta ferramenta permite proceder a uma visualização dos espaços, como tornar claras as ideias aos restantes membros da equipa, clientes, construtores, e agências reguladoras;
- **Base de dados de materiais:** Pelo uso e experiência é criada uma base de dados virtual de componentes e modos de montagem que podem ser geradas contendo propriedades físicas, propriedades que permitem criar tabelas de informação sobre os elementos construtivos. Todos os materiais e áreas são passíveis de uma actualização automática, com um rigor e conhecimento através do modelo, das qualidades dos materiais no edifício, permite de uma forma imediata ter acesso a uma estimativa de custos;
- **Estratégias de sustentabilidade:** Possibilidade de utilizar a geometria dos edifícios do modelo original em outras aplicações de forma a aumentar a rapidez de análise no cumprir dos princípios de projecto da sustentabilidade. Possibilidade de cálculos automáticos de estimativa para, recolha de águas pluviais, acesso solar, materiais reciclados;
- **Planeamento da construção:** Por parte dos construtores a possibilidade de visualização permite poupar tempo no processo de construção dada a possibilidade de analisar áreas de projecto que não são possíveis através de documentação tradicional. Durante a construção, o modelo pode ser separado em diferentes fases em tempos regulares, de modo a possibilitar uma avaliação dos tempos de construção;
- **Gestão de instalações e avaliação de ocupação:** Após a construção os modelos informáticos utilizados podem ainda ser úteis para os donos do edifício, dada a possibilidade de quantificar, mas também de localizar qualquer elemento dentro do modelo de construção esta torna-se uma ferramenta útil para avaliar a gestão e localização de equipamento.

3.2.2.3 Desafios futuros

A evolução desta ferramenta pode contribuir para originar novas áreas de inovação no objectivo de ajudar a criar um ambiente construído mais sustentável [57]:

- **Inter-funcionalidade entre pacotes de software:** Modelos contêm informação sobre a estrutura, elementos da instalação mecânica e concepção arquitectónica através de ideias transferidas digitalmente num modelo tridimensional. A capacidade de transferir estes modelos para software de análise é uma vantagem sendo o ideal a possibilidade de incluir no mesmo pacote todas as possibilidades de análise;
- **Maior possibilidade de introduzir informação no modelo inicial:** O aumento da concepção de edifícios derivados das preocupações da sustentabilidade, aumenta a necessidade de conhecimento e das opções a realizar. A escolha das soluções e das propriedades dos materiais e uma verificação imediata é imperativa, numa introdução de parâmetros como a avaliação energética, da água, e das eficiências no uso da iluminação;

- **Integração da medição de carbono:** Capacidade de avaliar a pegada ecológica do edifício durante a concepção do mesmo. Uma medição destes valores é um componente fundamental para avaliar a sustentabilidade dos edifícios, já que expressa as emissões de um processo e ocupação das construções;
- **Capacidade para realização de cálculos expeditos:** Como base de dados, os modelos BIM têm a capacidade de encontrar e quantificar elementos para apresentação da informação baseada em cálculos.

Quando os projectistas necessitam de avaliar um conjunto de elementos sobre o desempenho dos edifícios, os modelos devem ser precisos, para possibilitar uma análise e cálculos matemáticos acurados.

3.2.2.4 Benefícios das e-standards

Normas digitais irão acelerar as empresas para entrarem na arena do comércio electrónico, fornecendo aos utilizadores um conjunto de benefícios concretos [58]:

- Diminuição dos custos através da compatibilidade de sistemas, melhoramento de processos do comércio electrónico e melhores estratégias tecnológicas;
- Aumentos da produtividade no trabalho com automatização de sistemas a requerem menor reintrodução de dados a nível manual;
- Redução do ciclo de tempo para os projectos e transacções;
- Melhoria da precisão dos processos de informação e activos;
- Maior troca de informação entre vendedores, donos de obra, inquilinos, e respectivos sistemas;
- Aumento da flexibilidade para mudar de vendedores e fornecedores, sem uma mudança de processos e plataformas tecnológicas;
- Transacções tecnológicas entre parceiros na cadeia de fornecedores;
- Redução de risco devido a uma melhor qualidade de informação, fornecida em tempo útil.

3.2.2.5 Partilha de normas para modelação sustentável: gbXML

Um outro exemplo importante para a partilha de normas para modelação sustentável é o desenvolvimento da *green building* XML, uma base de dados para facilitar a transferência de informação sobre os edifícios armazenada nos modelos de informação. XML é acrónimo para *eXtensible Markup Language*, providencia um tipo de ficheiro, robusto, sem proprietário, persistente e verificável, para o armazenamento e transmissão de texto e informação dentro e fora da Web. A norma electrónica gbXML permite a troca de informação entre ferramentas de software que adoptem o esquema, o que inclui aplicações de concepção de aquecimento e ar condicionado, aplicações de análise de energia, entre outras ferramentas [59].

Estes novos métodos permitem uma inter-funcionalidade entre os modelos BIM e uma variedade de ferramentas e modelos de análise de engenharia, o que possibilita aos projectistas gerar uma descrição detalhada de um edifício, ou um conjunto de edifícios, com o objectivo de uma análise dos recursos e usos de energia. As análises permitem medir a sustentabilidade dos custos de operação, poluição produzida, requisitos energéticos, e assuntos relacionados com a saúde dos ocupantes.

3.2.3 Fluxo de informação para a construção

Funcionalidade é a característica fundamental de ferramentas simples para completar tarefas simples. Inter-funcionalidade é a característica fundamental das ferramentas que são concebidas para trabalhar em conjunto como parte de um sistema integrado para completar tarefas complexas. Ferramentas para a inter-funcionalidade podem ser mais sofisticadas na sua concepção do que meras ferramentas funcionais, essa sofisticação resulta da capacidade para funcionar como parte de um sistema ou no elaborara uma sequência de tarefas [60].

Os atributos da informação para a construção são importantes para suportar uma melhor eficiência e produtividade através do ciclo de vida dos edifícios pelo melhoramento dos fluxos de informação. Esta situação apenas pode ser conseguida através de uma cooperação da totalidade da cadeia de produção da indústria da construção (Tabela 3.5).

Tabela 3.5: Ciclo de vida da informação [60]

Fase do ciclo de vida	**Disponibilidade, necessidade, e compilação de informação**
Planeamento e concepção de projecto	▪ Informação geo-espacial relacionada com o terreno; acesso de veículos e volume de tráfego; demografia; conexões às infra-estruturas; condições existentes; condições subsolo; meteorologia e clima incluindo ângulos solares e ventos predominantes; condições sísmicas; zonas de cheias. ▪ Dados económicos que podem incluir disponibilidade de mão-de-obra, custo de financiamento, e disponibilidade de material. ▪ Outras informações sobre o local que incluam informação sobre edifícios já existentes nas imediações.
Concepção do edifício	▪ Geometria do edifício para determinar o comprimento, altura, e profundidade dos sistemas estruturais, mecânicos, e eléctricos; informação sobre materiais de construção que incluam especificações de concepção e performance, custo e informação sobre sustentabilidade; requisitos de energia e outra informação relacionada com legislação aplicável.
Aquisição e construção	▪ Informação detalhada sobre equipamento instalado que inclua número do modelo, número de série, requisitos de instalação, certificados necessários para a instalação, garantias e requisitos de operação; custo de instalação e equipamento necessário para a instalação.
Avaliação	▪ Cálculos com indicação dos requisitos de performance de todos os equipamentos.
Ocupação	▪ Informação de acesso fundamental durante as operações normais de um edifício, assim como, durante cenários de emergência; Informações sobre equipamentos incluindo de abastecimento de energia e comunicações para suportar mudanças, adições ou mudanças.
Gestão de instalações	▪ Requisitos de manutenção preventiva; registo de todos os elementos relacionados com a gestão, incluindo listas de partes separadas necessárias para manutenções de rotina e manter o estado operacional de todos os equipamentos; condições de operação incluem as especificações originárias do processo de avaliação para garantir que a extensão das operações é mantida.
Facilidade de reforma e reutilização	▪ Toda a informação acerca das instalações que tenha sido colectada para o modelo de trabalho, que inclui informação geo-espacial, concepção, construção, avaliação, ocupação, operações e manutenção.
Fecho do ciclo de vida	▪ Toda a informação acerca das instalações que tenha sido colectada para o modelo de trabalho, que inclui informação geo-espacial, concepção, construção, avaliação, ocupação, operações e manutenção, em especial, informação necessária para o planeamento estratégico da reciclagem e eliminação de materiais.

3.2.3.1 Ciclo de vida da informação

Actualmente nas organizações, a estrutura do ciclo de vida da informação está presente nas diversas formas [59]:

- Documentação em papel e em desenhos;
- Documentação electrónica em ficheiros de diversos formatos;
- Bases de dados internas tais como índices instrumentais e listas de equipamento;
- Bases de dados para ferramentas como normas em formatos específicos dos fornecedores;
- Reservatórios de dados centrais ou de engenharia como formatos de informação independentes.

Há no entanto uma contínua falta de claridade sobre o processo de estandardização, a utilização a demasiados protocolos, diferentes partes interessadas, e com frequência uma revelação de esforços duplicados. Muitos actores das diferentes indústrias estão relutantes em adoptar as normas electrónicas.

3.2.3.2 Fases internas e externas na gestão de informação

Cenário que combina fases internas (Tabela 3.6) e externas (Tabela 3.7) de troca e partilha de informação. Interdependências existem entre os dois e, uma empresa não pode partilhar os seus dados caso não esteja internamente preparada, em especial quando a informação está integrada numa empresa e os respectivos parceiros externos de uma outra determinada cadeia de produção.

Tabela 3.6: Fase de preparação de dados internos [59]

Fases	Descrição
Fase interna 1 *Estandardização processos de trabalho*	▪ Focada num simples e repetitivo processo de trabalho dentro de um determinado grupo ou disciplina. Uma companhia terá de se esforçar continuamente para demonstrar a melhor prática em equipa ou em outras actividades. As vias comuns são a globalização e uma execução em diferentes escritórios. Esta fase funciona habitualmente de baixo para cima, pragmática, e ainda não suportada por normas internacionais.
Fase interna 2 *Optimização sub--processos*	▪ Focada ainda num relativo processo isolado de trabalho, mas pretende obter uma melhor eficiência pela remoção de passos dos processos desnecessários e na automatização de outros. Esta agilização ocorre pela implementação de pacotes estandardizados de software e outras ferramentas de tecnologias de informação. Uma decisão estratégica inicia-se quando as empresas começam a preocupar-se como os processos de trabalho se encaixam num âmbito mais global das actividades. O papel das normas internacionais é ainda limitado.
Fase interna 3 *Integração processo interno*	▪ Inicia-se uma integração de todos os processos isolados de trabalho, reduzindo a sobreposição de informação e conseguindo-se um novo nível de eficiência. As interdependências de informação tornam-se claras mas, as falhas de definição de informação tornam a integração difícil. A necessidade no uso normas internacional torna-se evidente. As empresas reconhecem que a troca de informação com entidades externas se torna difícil quando não há definições claras ou estas são ambíguas.
Fase interna 4 *Integração processo externo*	▪ Focada na troca de informação do ciclo de vida e na integração de partes externas com os processos internos de trabalho. Uma vez que, neste caso, a maioria dos processos internos estão já integrados, um maior ganho de eficiência apenas pode ser conseguida pelo melhoramento nas falhas com ligações externas.

Tabela 3.7: Fase de preparação de dados externos [59]

Fases	Descrição
Fase externa 1 *Entrega electrónica individual*	▪ É de uso recorrente em determinados projectos. De forma habitual, um cliente determina os procedimentos de troca de informação de acordo com as normas de empresa no que concerne ao formato e à estrutura. Em alternativa a uma especificação em detalhe de todos os requisitos para cada elemento de informação, são definidas ferramentas estandardizadas. Qual e o tipo de informação que é ordenada, depende do tipo de prontidão interna do cliente.
Fase externa 2 *Pequenas comunidades fechadas*	▪ Pequenas comunidades fechadas ou pequenos grupos a actuar como comunidades, concordam num conjunto limitado de definições genéricas, e trocas de informação segundo essas regras. Habitualmente estas regras são concebidas para melhorar os serviços de aquisição, como na estandardização de catálogos, na relação entre subempreiteiros, e a criação de alianças específicas para determinados projectos. A capacidade da Internet para uma troca fácil de informação é facto decisivo. As definições comuns não são baseadas em nenhuma norma internacional, e diferentes conjuntos de definições existem para temas similares entre diferentes comunidades.
Fase externa 3 *Emergência de trocas inter--comunidades*	▪ Ocorre quanto um alto nível de integração é necessária, um maior conjunto de partes estão envolvidas e outras partes que não são necessárias no início dos processos. Definições sobre a informação tornam-se mais complexas e a utilização de normas internacionais torna-se necessária. Exemplos, clientes que procedem a revisões por via electrónica de projectos, troca de folhas de informação estandardizada entre fornecedores de equipamento.
Fase externa 4 *Maturação de trocas inter--comunidades*	▪ Esta fase toma lugar quando uma troca pode ser realizada, numa análise de ciclo de vida da manufactura, uso e descartar dos materiais e sistemas, deste a concepção, aquisição, construção, operação e manutenção, e finalmente a desconstrução. Todas as partes têm capacidade de trocar e armazenar informação sobre ciclo de vida, e a normalização internacional estará aperfeiçoada para suportar totalmente este processo. Esta fase é típica de uma integração com múltiplos actores e de um grande grau de colaboração.

3.2.3.3 Exigência de informação

Cada actor participante no ciclo de vida de um edifício tem necessidades para aceder e visualizar informação de acordo a diferentes perspectivas. Deste modo, a cada um dos participantes, corresponde um determinado requisito de interface de informação.

As necessidades de informação variam de acordo [60]:

- **Dono de obra:** Informação de alto perfil sobre a totalidade das instalações;
- **Urbanistas:** Informação existente sobre o local físico e necessidades programáticas;
- **Arquitectos:** Informação sobre o local e programa;
- **Engenheiros:** Informação electrónica para incorporar na concepção de engenharia e software de análise;
- **Teste e simulação:** Informação electrónica detalhada, suficiente e rigorosa, para simulação das condições reais;
- **Construção:** Informação electrónica de construção, incluindo objectos inteligentes, quantificação de necessidades de material e equipamento, estimativas do custo de construção, contratos e licitações de subcontratos e equipamento, como repositório de informação para as actividades de construção;
- **Gestores de instalações:** Produto de construção, materiais, garantia dos equipamentos e informação de manutenção;
- **Renovação e restauro:** Informação electrónica de construção para minimizar ou eliminar condições não visíveis e no antecipar dos custos;
- **Eliminação e reciclagem:** Informação detalhada sobre os materiais instalados, incluindo informação para a reciclagem.

3.2.3.4 Constrangimentos e limites

A adopção das novas ferramentas tecnológicas que possibilitem o executar do projecto integrado aduzem contudo, a constrangimentos associados à estrutura do projecto integrado, na partilha de informação, nos procedimentos de modelação de informação virtual (Tabela 3.8).

Tabela 3.8: Constrangimentos e limites na implementação tecnológica de novos processos e ferramentas associados ao projecto integrado [61]

Assuntos	**Constrangimentos**
Estrutura de projecto integrado	▪ Uma organização actual de projecto, caracterizada por silos entre concepção, aquisição, construção e posse, é uma barreira à colaboração, porque cada participante optimiza o processo em interesse pessoal, mais do que para um interesse global. ▪ Aversão ao risco, enquadrado pelos requisitos legais e de seguros, aumenta o comportamento não colaborativo de uma forma dramática. ▪ Modelos de contratualização baseados nas práticas tradicionais institucionalizam aproximações não colaborativas, perpetuando normas que não valorizam a colaboração. ▪ Modelos de negócio e compensações às partes não encorajam ou suportam a colaboração.
Partilha aberta de informação	▪ Informação de projecto, limitados pelas normas correntes, permanecem em silos individuais divididos pelos participantes no projecto e não cruza eficazmente os limites entre concepção, construção, e operação dos edifícios. ▪ Os métodos actuais de gestão de projecto remetem para uma recriação da informação de projecto em cada transição no ciclo de vida do projecto, e a partilha de informação é desencorajada. ▪ A natureza fragmentada dos projectos de construção, onde as equipas de concepção e construção formam uma equipa única de projecto e no fim são dissolvidas, enfatizam a natureza descontínua da cadeia de produção de concepção e construção e desencoraja o incremento de um conhecimento de projecto. ▪ A indústria da construção falha grandemente na adopção de normas para a organização e partilha abrangente de informação de projecto durante a sua construção. Enquanto que algumas normas foram desenvolvidas, a sua implementação tem sido lenta. ▪ A tecnologia actual está optimizada para os procedimentos de projectos e tarefas individuais, mais do que no fornecer de informação digital que possa suportar o ciclo de vida global da construção. ▪ A responsabilidade de gestão das normas e práticas resultantes desencoraja a integração da informação dos projectos, devido à relutância para partilhar informação não resolvida ou incompleta, previamente a uma publicação formal.
Modelos de informação virtual	▪ Tecnologias de colaboração, suportadas pela indústria normativa são recentes na indústria da construção e devem ser suportadas no objectivo de uma difusão total. Sem uma adopção efectiva não é viável o suporte para uma colaboração total recorrendo à informação de projecto digital. ▪ Informação normativa para os projectos digitais em colaboração não estão totalmente difundidas ou testadas. O uso destas normas deve ser estimulado e validado. ▪ É de aceitação comum que uma certa percentagem dos custos da construção é originada devido a erros de coordenação, desperdícios de materiais, ineficiências de mão-de-obra, e outros problemas derivados dos métodos actuais de construção. ▪ Tecnologias actuais estão direccionadas para a resolução de problemas concretos de projecto e a falta de inter-funcionalidade limita a capacidade da informação de construção digital de sustentar o ciclo de vida dos edifícios. Enquanto há uma limitada inter-funcionalidade dentro dos silos de projecto, concepção, construção, e manutenção, não está disponível nenhuma normativa referente à distribuição da informação de projecto.

3.3 Gestão Processos de Projecto

Uma concepção integrada é um processo no qual todas as variáveis de projecto são consideradas de forma conjunta e centenas de combinações são analisadas para se chegar a um desenho óptimo que cumpra os requisitos e minimize o consumo de energia. O processo linear tradicional, falha ao não ter em conta as interacções entre diferentes componentes dos edifícios e respectivas implicações.

3.3.1 Processos de planeamento

O estabelecer de princípios para um planeamento integral, implica ter-se uma abordagem de gestão de processos de projecto, que envolva a totalidade do ciclo de vida dos edifícios [36].

+ Concepção
A sustentabilidade de um edifício pode ser influenciada logo durante a fase de concepção de modo a procurar uma eficiência global de custos efectivos. A análise do clima e do local de implantação deve ser parte integrante da fase de concepção para potencializar um planeamento e adaptação óptima do invólucro do edifício, na escolha da orientação, e escolha de equipamento técnico às condições específicas do local de construção do edifício. A possibilidade de desconstrução deve ser tomada em conta logo no processo de escolha de tipos e materiais de construção.

+ Construção
A optimização do processo de construção potencializa uma maior rapidez e redução de custos nos processos de construção, oferecendo uma melhor qualidade final. A qualidade é assegurada durante o processo de construção por uma consistente supervisão, como imagens de avaliação térmica, para uma obtenção dos objectivos no campo da sustentabilidade.

+ Gestão de edifícios
O consumo de água e energia produz custos consideráveis, mas custos adicionais podem ser evitados na operação dos edifícios se estes não forem optimizados já durante a fase de concepção. Para além de um planeamento preciso, a automatização dos edifícios, a qual é optimizada para o usuário e em face dos sistemas de engenharia, é fulcral para o desempenho para uma utilização eficiente. Contudo, as implicações socioculturais da sustentabilidade como a qualidade do ar interior, influenciam a performance e satisfação dos usuários e portanto têm um efeito na eficiência económica de um edifício.

+ Conversão
Se é previsível a reconversão e alteração de um edifício no tempo, há uma necessidade de propostas para um modo de concepção e construção flexível. Um conceito sensato permite medidas de conversão e renovação desde as fases iniciais e proporciona a remoção de componentes simples da construção, até ao desmantelamento da totalidade do edifício, tomando em consideração a necessidade de reciclagem dos componentes, e comportamento das emissões em todo o processo.

+ Fim de vida
A gestão do fim de vida de um edifício e a sua desconstrução devem ser parte integral do planeamento integrado para um efectivo edifício sustentável. De outro modo, a desconstrução e a remoção de um edifício serão uma tarefa consideravelmente complicada e a reciclagem de grande parte dos seus componentes e materiais, impossível. Apenas uma gestão inteligente dos fluxos de materiais baseado no tempo, o desenvolvimento de conceitos para a reciclagem dos componentes dos edifícios a serem desconstruídos, permitem um desconstrução controlada no fim de vida dos edifícios.

3.3.1.1 Modelo integral vs integrado

Um modelo de integração necessita de uma mudança de pensamento colectivo do focar em produtos e tecnologias para um modelo de pensamento sistémico. Todos os quatro componentes neste processo mental hierárquico são fundamentais, mas é essencial uma abordagem de estratégia vertical, de cima para baixo, e não o contrário [62].

The HOK Guidebook to Sustainable Design, apresenta dez passos que são elementos chave e princípios para um projecto integrado (Tabela 3.9).

Tabela 3.9: Passos chave para um projecto integrado [45]

Passos chave	Objectivos
Passo 1 *Donos*	▪ Representantes dos clientes e líderes das equipas de concepção devem estabelecer e adoptar de forma clara os desafios e estratégias dos projectos sustentáveis, assentar estas questões nos documentos contratuais, e estabelecer uma coordenação dentro de uma calendarização geral.
Passo 2 *Equipa*	▪ Procura de membros para a equipa que tenham experiência e estejam empenhados em elaborar projectos sustentáveis e a trabalhar em colaboração; Reunião de uma equipa completa e identificar os defensores da causa da sustentabilidade para a equipas do dono de obra e da equipas de projecto.
Passo 3 *Educação e o estabelecer de metas*	▪ Comprometer as equipas de projecto em discussões de assuntos e oportunidades relacionadas com a sustentabilidade, incluindo o custo e impactes de calendarização; Realizar sessões sobre a sustentabilidade nos edifícios com todos os membros das equipas para estabelecer objectivos mais gerais e avaliar os resultados; Rever dos critérios e normas de concepção e desafiar aqueles que não trabalham em sintonia com soluções sustentáveis integradas.
Passo 4 *Avaliação do local*	▪ Analisar o local de construção para identificar os constrangimentos e as oportunidades para a sustentabilidade; Avaliar o microclima para determinar a disponibilidade solar e dos ventos, a orientação, oportunidades térmicas e de aproveitamento das águas pluviais; Inventário das espécies animais e das plantas e dos habitats; Identificar redes de transporte, recursos naturais e culturais de devem ser preservados.
Passo 5 *Análise de base*	▪ Desenvolver uma análise de base para o consumo de energia e de água, estabelecer orçamentos e comparar com os benchmarks e os objectos de sustentabilidade do projecto; Explorar o potencial para uso de energias renováveis, incentivos financeiros, fundos para melhoria da eficiência energética, da água e das renováveis.
Passo 6 *Conceitos de concepção*	▪ Utilizar processo de concepção integrado e colaborativo que englobe estratégias sustentáveis com conceitos de concepção e projecto que responda ao local e aos ecossistemas regionais.
Passo 7 *Optimização dos projectos*	▪ Explorar, testar e avaliar uma ampla extensão de soluções para identificar aquelas com maior potencial; Comprometer a totalidade da equipa de projecto numa posição multidisciplinar para procurar sinergias nos desenvolvimentos e refinamento dos sistemas do edifício e do local.
Passo 8 *Documentos e especificações*	▪ Documentar de forma extensiva todos os requisitos de projecto; Estabelecer um processo que permita e melhore os contratos e as especificações, para garantir o cumprimento dos objectivos para a sustentabilidade, incluindo materiais, sistemas e outros requisitos, estão a ser incorporados.
Passo 9 *Orçamentação e construção*	▪ Comprometer as equipas de projecto, empreiteiros e donos de obra numa aproximação colaborativa à orçamentação, à aquisição, construção e avaliação final, de modo a permitir instalações saudáveis e ambientalmente responsáveis que respondam aos objectivos de sustentabilidade do projecto.
Passo 10 *Pós-ocupação*	▪ Empenhar a equipa de projecto e os utilizadores dos edifícios em discussões para descortinar modos para melhorar a operação dos edifícios, a manutenção e uma satisfação dos ocupantes; Realizar uma avaliação da pós-ocupação e avaliar medições leves e pesadas, para identificar a apreensão de novas matérias.

Os componentes para uma estratégia integral incluem o estabelecer de um modelo mental, um processo, ferramentas, produtos, e tecnologias (Tabela 3.10).

Tabela 3.10: Modos de planeamento integrado entre arquitectura, tecnologia e o ambiente [62]

Componentes	**Influência**
Modelo mental	▪ Cliente. ▪ Concepção. ▪ Forma de pensamento. ▪ Equipas projecto. ▪ Atitude e vontade.
Processo	▪ Integrado. ▪ Todas as partes comprometidas. ▪ Optimização de sistemas através análise interactiva.
Ferramentas	▪ Normas. ▪ Benchmarks. ▪ Programas de modelação. ▪ Métodos analíticos para materiais e custos.
Produtos e tecnologias	▪ Coisas e objectos. ▪ Tecnologias e técnicas.

3.3.1.2 Estrutura das três partes

O objectivo de entendimento da estrutura básica necessária para implementar um processo de integração, está dividido em três partes [62]:

+ Descoberta (parte A)

- Parte mais importante do processo de integração está associada ao que actualmente se pode denominar de pré-concepção. É pouco provável que os objectivos ambientais de um projecto possam ser alcançados de forma eficaz se esta fase for cumprida com rigor e entendida de modo explícito e bem definido;
- Tarefas anteriores à fase de concepção no processo de integração tomam mais do que o dobro do tempo do que nos processos tradicionais, mas o tempo necessário para o processo de concepção e desenvolvimento é reduzido, e o tempo alocado à produção de documentação para a construção, circunscrito em um terço.

+ Concepção e construção (parte B)

- Fase onde se agrupa todo o trabalho realizado e se processa um entendimento colectivo dos sistemas de entendimento alcançados na parte da descoberta;
- No processo tradicional cada disciplina é representada de forma individual e individualista como na análise de sistemas de uma forma isolada.

+ Posse, operações e retorno de desempenho (parte C)

- Parte onde se procede a uma verificação das partes anteriores já que sem uma avaliação de desempenho entre o edifício e os seus ocupantes. Esta fase permite proceder a uma avaliação das partes A e B, se forem desempenhadas com sucesso e alcançados os desafios propostos.

3.3.1.3 Aplicação de uma charrette

Uma *charrette* é uma ocasião de intenção que forma um momento para um projecto e coloca-o na direcção de ir ao encontro dos objectivos estabelecidos. Pode transformar um projecto de uma fase estática e problemática para um plano de sucesso. Pode definir-se como uma sessão intensiva com uma aproximação colaborativa para originar uma concepção realista e realizável através da utilização de um planeamento estratégico para superar o conflito [63].

Parte da estratégia está no evidenciar numa perspectiva global os detalhes de um projecto para produzir acordos colectivos em determinados objectivos, estratégias e prioridades de intenção. Uma *charrette* estabelece confiança, constrói consensos e ajuda na obtenção de um confirmar interno dos projectos de uma forma mais rápida, o que permite aos participantes fazerem parte integrante dos processos de decisão

+ Benefícios

Os benefícios na utilização de uma *charrette* de forma antecipada num processo de concepção são [63]:

- Providenciar foro para aqueles que podem influenciar as decisões de concepção de um projecto para se encontrarem e darem início ao planeamento;
- Encorajar o acordo nos objectivos de projecto;
- Dar inicio ao processo de concepção;
- Poupar tempo e dinheiro pelo solicitar de ideias, assuntos e preocupações e, evitar actividades posteriores de re-concepção;
- Promover o entusiasmo para um projecto no obter uma direcção atempada dos resultados para o projecto.

Realizar uma *charrette* de forma atempada no processo de decisão permite [63]:

- Constituir uma equipa multidisciplinar que consiga estabelecer e concordar nos objectivos comuns de projecto;
- Desenvolver um consenso atempado nas prioridades de concepção dos projectos;
- Gerar expectativas atempadas ou medições quantificáveis dos resultados finais do ponto de vista da energia e do ambiente;
- Providenciar um entendimento antecipado dos impactes potenciais de várias estratégias de projecto;
- Iniciar um processo de concepção integrado para reduzir os custos de projecto e calendarização no obter o melhor desempenho do ponto de vista da energia e do ambiente;
- Identificar estratégias de projecto para explorar os custos associados, considerações de tempo e necessidade de especialistas, para eliminar as surpresas de custo que surgem em fases posteriores do processo de concepção e construção;
- Identificar parceiros, fundos disponíveis e colaboradores potenciais que possam adicionar experiência, crédito, credulidade e apoio para os projectos;
- Estabelecer uma calendarização e orçamentação para os projectos em que todos os membros da equipa se sintam confortáveis de adoptar.

3.3.2 Redefinição das fases de projecto

O objectivo para todos os envolvidos na indústria da construção deverá ser um melhor, mais rápido e uma maior capacidade de executar os processos de projecto, de modo a criar equipas totalmente colaborativas e integradas. Os donos devem ser os primeiros a procurarem esta mudança, potencializando a criação de equipas que trabalham em colaboração, num cruzamento multifuncional compreendido entre a concepção, a construção e os gestores associados à indústria.

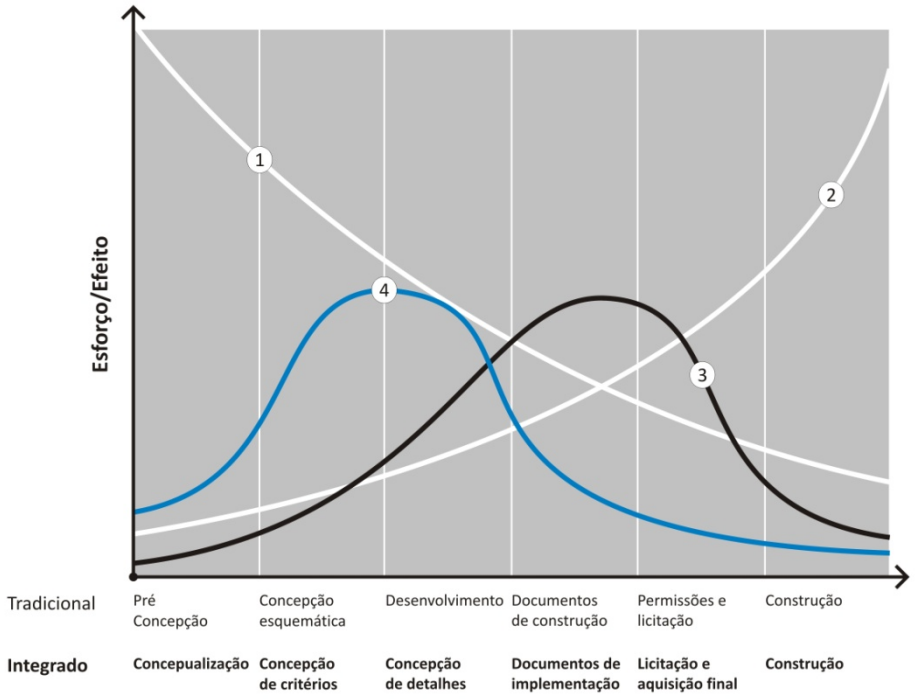

Figura 3.2: Curva de MacLeamy, redefinição das fases de projecto e eficiência de processos [61]

Diagrama apresentado (Figura 3.2) ilustra os quatro conceitos mais importantes sobre a relação do esforço/efeito durante a fase da concepção e as fases tradicionais de concepção e construção, em que cada conceito está representado por um tipo de linha diferente [61].

- **Linha 1:** Representa o decréscimo de capacidade de uma equipa para influenciar as variáveis de projecto como, o custo, a calendarização e uma capacidade funcional de progresso do projecto;
- **Linha 2:** Representa como o custo de realizar mudanças bruscas influencia dramaticamente todo o progresso do projecto;
- **Linha 3:** Representa a distribuição do esforço durante a fase de concepção do projecto, quando essa informação é desenvolvida com maior substância na fase de documentação para a construção;
- **Linha 4:** Sugere uma nova distribuição do esforço de concepção do projecto sob um modelo de colaboração total, onde uma quantidade substancial de informação é reunida, integrada e documentada numa fase embrionária do processo de concepção, em parte conseguida devido ao investimento e colaboração de todos os intervenientes.

3.3.2.1 Lean project delivery system

Os domínios de um sistema *lean* são definidos pela intersecção entre sistemas de projectos e de produção. Chama-se a este domínio um sistema de produção baseado no projecto.

Os elementos essenciais de um sistema *lean* incluem [64]:

- O projecto é estruturado e gerido como um processo para gerar valor;
- Os participantes do processo estão envolvidos nas fases decisivas do planeamento e concepção através de equipas multidisciplinares;
- O controle de projecto tem função de execução de projecto em oposição aos entendimentos de verificação após os factos;
- Esforços de optimização estão focados em transformar o fluxo de trabalho fidedigno em oposição a um melhoramento da produtividade;
- Técnicas assertivas são utilizadas para gerir os fluxos de materiais e informação através de redes de cooperação entre especialistas;
- Ralações de retorno são incorporadas em todos os níveis, dedicados a um ajustamento rápido dos sistemas.

3.3.3 Integração total

O objectivo para um futuro próximo está na possibilidade de alcançar uma integração total, do projecto à construção. Esta nova abordagem obrigará a uma utilização extensiva das novas ferramentas de informáticas de gestão, e inclui novas áreas de foco como, concepção automatizada, integração de concepção com processos de aquisição, locais de construção automatizados, e possibilidade de gestão em obra em tempo real (Tabela 3.11).

Tabela 3.11: Processos de integração e áreas em foco para uma integração total, FIATEC [65]

Áreas em foco	**Descrição**
Quadro base de planeamento de projecto	▪ Sistemas de planeamento de projecto com uma avaliação interactiva das alternativas de projecto, permite a criação de projectos e concepções conceptuais numa resposta mais adequada para todos os interessados no processo. Um ambiente de planeamento colaborativo providencia um conhecimento do impacte das decisões, nos custos, calendarização e desempenho do ciclo de vida. Um sistema que permite a introdução inicial de informação para planos e especificações de projecto abrangentes, em última análise capturados num sistema de informação dos activos do ciclo de vida do edifício. Este sistema de informação serve como base de dados de toda a informação de projecto e planeamento e como interface para todos os sistemas e aplicações.
Concepção automatizada/ automated design	▪ Com a capacidade das novas ferramentas de concepção, modelação analítica e de simulação, sistemas inteligentes e distribuição de gestão da informação oferecem uma oportunidade para um ambiente de integração total do ambiente de concepção dos projectos. Neste enquadramento todas as ferramentas trabalham em conjunto como um sistema interconectado que promove todas as funcionalidades necessárias para o desenvolvimento e validação de todos os detalhes de projecto baseado num critério de concepção. Um ambiente integrado de projecto reduz dramaticamente o preço e o custo da passagem da fase de concepção à construção através da automação das tarefas mais complexas. Reduz os erros e as responsabilidades através de uma total automatização e verificação dos processos de optimização dos projectos.
Redes de entrega e aquisição automatizada integradas {continua}	▪ Sistemas de aquisição totalmente integrados no sistema de concepção do projecto, na gestão de projecto e controlo de sistemas, sistema financeiro, gestão materiais em uso na obra e na globalidade do sistema de fornecimento. Esta situação permite às empresas e equipas de projecto a optimização de pacotes de trabalho, selecção de produtos, identificação fornecedores qualificados e obter os melhores preços em confidência completa e, a capacidade para entregas a tempo e dentro dos custos.

Locais de construção automatizados e inteligentes	▪ Locais de construção com recurso ao uso de informação actualizada e emergente, recurso a tecnologias de automação de forma a minimizar os custos inerentes à construção, trabalhos, materiais e equipamento. Em ligação com sistemas de informação dos ciclos de vida, os gestores de projecto têm a possibilidade de uma monitorização constante da obra no objectivo de cumprir custos, calendários, colocação e qualidade dos materiais, desempenho técnico e, segurança. Estes avanços reduzem o tempo de construção a uma fracção do actualmente utilizado, numa orquestração mais eficiente de monitorização constante do uso do trabalho, equipamento e materiais no local de construção, permitindo uma compressão das calendarizações, materiais, optimização dos pacotes de trabalho, redução da força de trabalho.
Instalações inteligentes e de auto-preservadas	▪ Sistemas inteligentes com recurso a fluxos de informação em equipamento de monitorização e sistemas de modo a gerir as acções necessárias para garantir condições e desempenho necessários que permitam operações contínuas em segurança. Informação obtida nesta fase será utilização num sistema de informação do ciclo de vida, para permitir ao dono de obra e operadores de serviço capacidades para determinar quais as melhores respostas às mudanças nas operações e ou requisitos ambientais, de forma a garantir um suporte contínuo das operações. Uma rede de sensores e sistemas de decisão dão uma visibilidade contínua do estado e desempenho das operações, disponibilizando tendências para os sistemas e alertando para os problemas com recomendações para uma intervenção externa.
Gestão, coordenação e controlo em tempo real de projectos e instalações	▪ Orquestração integrada e controlo de projecto e processos de verificação de instalações como ferramenta que fornece uma visibilidade contínua em todos os planos e tarefas do processo de planeamento, concepção, construção e ciclo de vida das instalações. O resultado será uma coordenação total de uma série de tarefas inter-relacionadas e actividades optimizadas para a eficiência e resultados, coordenação de recursos e planos com ausência de erros, reduzindo radicalmente o tempo e o custo requerido para se avançar do planeamento para a concepção, da construção para a operação dos edifícios.
Novos materiais, métodos, produto, e equipamentos	▪ Novos materiais, métodos e equipamento que permitam uma construção rápida, de modularização de com estruturas leves, numa fracção do tempo actual, na aplicação de sistemas avançados de fabricação e métodos de assemblagem. Propriedades flexíveis e programáveis permitem uma nova geração e materiais com mais resistência, mais leves, maior facilidade de transporte e colocados com pouco ou nenhum suporte temporário. Com novos e melhorados processos para a eficiência reduzem preço dos materiais e custos dos materiais. A auto-montagem recorrendo à robotização controlada, automaticamente activação de componentes irá substituir grande maioria dos problemas dos processos actuais.
Tecnologia e força de trabalho com capacidade de conhecimento	▪ Trabalhadores qualificados e comprometidos, acompanhados pela tecnologia e reforçados pelo poder do saber adquirido, permitem um desempenho a novos níveis de produtividade. Trabalhadores em todas as funções e no recurso à tecnologia ficam capacitados a realizar o seu trabalho de forma mais eficaz. As divisões tradicionais de trabalho e de especialidades são redefinidas de forma a aumentar as capacidades e valor de cada trabalhador no ambiente de projecto baseado em equipas.
Gestão do ciclo de vida e integração da informação	▪ A execução e operação de projectos melhorada por um acesso a toda a informação, dados e, conhecimento necessário para realizar decisões óptimas em cada fase e função do ciclo de vida dos projectos. Todos os dados que dirigem ou suportam os processos da indústria serão guardados de forma segura e com acesso instantâneo, de acordo com as necessidades do utilizador, numa garantia completa de segurança dos dados sensíveis. Sistemas, processos e equipamentos com capacidade de uma captura completa de dados pertinentes relativos a cada função e apresentar dentro do ciclo de vida do processo de construção. Dados comuns ou partilháveis pela qual a indústria opera, são geridos como um activo partilhável, validado por especialista na matéria, garantindo uma disponibilização de informação como, regulamentos, unidades de medição, metadados e, eliminando informação introduzida sem valor para as tarefas de gestão. Conectividade e inter-funcionalidade dos sistemas de projecto e empreendimentos como nova regra de funcionamento, onde diferentes sistemas e aplicações têm a capacidade de trocar e partilhar informação sem uma necessidade de transição manual ou uma reintrodução de dados.

3.4 Requisitos Construção Integrada

Num projecto de construção sustentável que seja passível de verificação externa, para além das convencionais fases de projecto, uma fase adicional de comissão é habitualmente necessária [66].

3.4.1 Faseamento para a construção sustentável

+ Fase de programação
Fase de definição através dos projectistas das necessidades e expectativas do dono de obra. Os projectistas transferem estas necessidades e expectativas em objectivos mensuráveis de desempenho que serviram de base para o projecto. Na conclusão desta etapa, o contratante deve proceder a uma revisão do programa e desenvolver uma estimativa de custos, e um calendário baseado na experiência passada com projectos similares, e recorrendo à informação disponibilizada pela indústria.

+ Fase de concepção esquemática
Durante esta fase, os projectistas procedem à revisão de códigos e regulamentação e procedem a testes e estudos particulares. São seleccionados materiais, equipamentos e sistemas que serão utilizados no projecto e desenvolvidos planos e especificações para o projecto de acordo com os requisitos do programa. Os construtores realizam uma revisão que inclua a verificação dos elementos de construção, análise de estimativas, e uma avaliação do custo de vida. Após o completar a revisão de projecto, será necessário proceder a uma actualização dos prazos e custos.

+ Fase de desenvolvimento do projecto
Nesta fase o projecto prepara planos e especificações mais detalhados que definam em pormenor o projecto. Processos de revisão de estimativas e calendarização são retomados de acordo o nova fase de desenvolvimento do projecto.

+ Fase de documentação da construção
Nos processos tradicionais de concepção, licitação, construção e nos projectos de gestão de construção, o projectista completa o projecto com detalhe suficiente, o que permite proceder-se a uma licitação e posterior construção. Numa situação de concepção construção, o detalhe pode não ser necessário, já que projectistas e construtores trabalham em conjunto como equipa. Nesta fase a estimativa de custos passa a ser o orçamento para a construção e calendarização o documento de verificação do progresso da construção.

+ Fase de construção
Durante esta fase o projecto é transformado em obra num determinado local. A construção deve ser conduzida de acordo com os documentos de projecto. Na conclusão desta fase, os edifícios são inspeccionados e colocados em serviço e, testados para garantir que satisfazem as necessidades e expectativas do dono de obra. Durante esta fase, o dono de obra verifica e inspecciona o andamento dos trabalhos e verifica o cumprimento dos documentos contratuais.

+ Fase de comissão
Nos projectos de edifícios sustentáveis esta fase é introduzida dada a necessidade de certificação ou verificação sustentável, recorrendo a um sistema de terceiros. Durante esta fase, os projectistas reúnem a documentação requerida, produzem novos desenhos, realizam cálculos de performance, consolida-se informação proveniente de outros membros equipa, prepara-se a documentação para submissão de certificação e verificação externa.

3.4.1.1 Implicações faseamento de um projecto integrado

A introdução da adopção e implementação de um planeamento integrado em seis fases apresenta uma série de obstáculos e benefícios [67].

+ Obstáculos

Donos de obra vêm obstáculos nos seus objectivos quando:

- Declínio da produtividade;
- Agendas imprevisíveis;
- Desperdícios na construção;
- Escalar nos custos;
- Declínio na qualidade;
- Relações conflituosas;
- Diminuição relação qualidade/oportunidade;
- Evitar o risco.

+ Intensificação custos e baixa produtividade

Intensificação custos:

- Disparar no controle dos custos;
- Baixa disponibilidade de trabalhadores qualificados;
- Disparar dos custos das mercadorias;
- Mercados de trabalho e de materiais imprevisíveis;
- Aumento uso de tecnologia complexa.

Baixa produtividade:

- Equipas inconsistentes devido a sinergias forçadas;
- Falta de relacionamento consistente nas equipas;
- Ausência de crescimento de novos conhecimentos;
- Perca de tempo durante a curva da aprendizagem;
- Um constante reinventar da roda;
- Ignorar das perícias individuais;
- Transicional em vez de relacional;
- Cada passo do processo está isolado;
- Mais sequencial do que paralelo;
- Falta de integração nas relações trabalho;
- Protecção ou promoção de interesses individuais.

+ Benefícios

Dono de obra:

- Maximizar rendimentos;
- Minimizar dos desperdícios;
- Diminuição tempo para comercializar;
- Previsibilidade;
- Processo transparente agilizado através de comunicação do projecto;
- Melhor entendimento dos desejos resultados, melhora os custos de gestão do tempo.

Gestor da construção:

- Contribui com experiência numa fase inicial do processo resultando numa melhor qualidade do projecto durante a construção;
- Uma maior e atempada informação do projecto permite uma visualização da construção prévia à construção.

Projectistas:

- Um orçamento mais preciso informa melhor as decisões de projecto;
- Uma resolução pré-construção de assuntos relacionados com a concepção.

3.4.2 Gestão e métodos para a construção integrada

Procedimentos de construção integrada referem-se ao método para designar a responsabilidade a uma organização ou a um indivíduo pelo fornecer um conjunto de serviços de projecto ou de construção. Gestão refere-se aos meios para coordenar o processo de concepção e construção.

Três abordagens comuns na selecção de equipas de projecto ou de construção [68]:

- **Baixa oferta:** Escolha final é efectuada apenas da selecção mais baixa do custo total;
- **Melhor oferta:** Selecção final é efectuada na selecção entre o custo total e outros critérios como as qualificações;
- **Selecção baseada nas qualificações:** O custo total da construção não é um factor na selecção final da escolha. Em alternativa a selecção final é baseada em critérios somente de qualificações, apenas qualificação sem relação do preço ou, uma relação entre qualificações ou honorários.

3.4.2.1 Definição de métodos de gestão

+ Concepção/licitação/construção

Definições:

- **Três actores principais:** Dono, projectistas, construtor;
- **Dois contractos em separado:** Dono/projectistas, dono/construtor;
- **Decisão final:** Selecção baseada na mais baixa licitação ou num contrato de preço global.

Características:

- Três fases lineares, concepção, licitação, construção;
- Papéis bens definidos em geral documentados;
- Directrizes processuais e legais bem definidas;
- A mais baixa licitação responsável o que permite um preço de mercado apropriado para o projecto;
- A documentação contratual é habitualmente completada num acordo global antes da construção avançar, necessitando que as decisões relacionadas com a construção sejam tomadas com antecipação à construção final;
- Uma oportunidade para o planeamento da construção baseada em documentação completa;
- Especificações completas que produzem padrões de qualidade claros;

- Configuração e detalhes do produto final adoptados por todas as partes antes do início da construção.

+ Gestão de construção no risco (construction management@risk: GC@R)

Definições:

- **Três actores principais:** Dono, projectistas, gestão no risco;
- **Dois contractos em separado:** Dono/projectistas, dono/gestão no risco;
- **Decisão final:** Selecção baseada em aspectos para além do custo.

Características:

- Fases sobrepostas, concepção e construção;
- Contratação do gestor de construção durante a fase de concepção;
- Serviços de pré-construção propostos pelo construtor;
- Organização contratual específica determina o papel dos intervenientes;
- Critérios claros e de qualidade produzidas pelas especificações prescritivas do construtor.

+ Concepção/construção

Definições:

- **Um contrato:** Dono em relação à entidade de concepção/construção;

Características:

- Projecto como base no estabelecer dos papéis de acção;
- Execução contínua da concepção e construção;
- Fases sobrepostas, concepção e construção;
- Procedimentos processuais e legais bem definidos para disponibilização pública;
- Planeamento e calendarização global realizada pela entidade de concepção/construção prévia à mobilização;
- Custo ou a solução, como a base de selecção da entidade de concepção/construção.

3.4.2.2 Eficácia dos sistemas de projecto

Para além de uma aplicação de conceitos de integração à escala de projecto, o desafio final será o de conduzir estes novos procedimentos até à fase de construção. Deste modo, há que enquadrar e definir o papel dos actores para uma construção integrada [69]:

- **Totalidade dono obra:** Definição tradicional de projecto com pouca ou nenhuma influência dos construtores;
- **Totalidade construtores:** Construtores têm a responsabilidade para a definição projecto, com pouco ou nenhum investimento por parte dos donos de obra;
- **Liderança por parte dos construtores:** Focos de controlo são os construtores, mas os donos de obra mantêm-se envolvidos;
- **Integrado:** Dono envolve os construtores numa fase inicial do projecto, integra a equipa, e as decisões são decididas tendo em vantagem procedimentos comparativos.

Todos os sistemas de capacidade superior à média, têm uma forma de organização central que é responsável por:

- Providenciar a excelência na definição de projecto;
- Manter a disciplina de excelência na gestão de projecto, incluindo a segurança;
- Integração com a indústria da manufactura;
- Integrar os construtores efectivamente nos processos de projecto.

Os melhores sistemas fornecem um suporte activo integrado às empresas nas fases iniciais dos empreendimentos, assim sendo, é conveniente manter um centro de excelência para controlo dos requisitos da construção integrada.

3.4.2.3 Melhoramento dos processos de construção

Os donos de obra que promovam uma colaboração total através da partilha de informação nas fases preliminares de projecto têm mais facilidade em obter os resultados esperados, uma maior rapidez, eficiência, eficácia, assim como, edifícios dentro do orçamento. Este tipo de colaboração altera o volume da análise, da concepção e o tomar de decisões para as fases iniciais de projecto, dando aos colaboradores uma máxima oportunidade para melhores decisões de projecto.

Uma representação atempada, análise e um tomar de decisão no processo de construção são as melhores possibilidades para aperfeiçoar as condições para optimizar os processos de gestão de projecto. Recorrendo às novas possibilidades da tecnologia para documentar, visualizar, integrar, e coordenar a informação de projecto, detectam-se as possibilidades para aperfeiçoar os processos na construção (Tabela 3.12).

Tabela 3.12: Possibilidades de melhoramento dos processos na construção [61]

Processos	**Descrição**
Responsabilidade	▪ Escolha dos colaboradores certos para realizar a implementação das decisões de projecto suporta uma responsabilidade colectiva para o sucesso dos projectos.
Alcance dos projectos	▪ Na realização de uma análise com antecedência das estratégias de concepção e no entendimento de todas as implicações, estabiliza o alcance das implicações do projecto e das decisões da larga escala.
Calendarização	▪ Edifícios virtuais criados de um modo totalmente colaborativo suportam uma sequência na construção, modos e métodos, interpretação para a aquisição, resultando numa melhor análise e decisões na calendarização, e em resultado, uma construção mais rápida.
Qualidade	▪ Decisões atempadas suportam um melhor alocar de recursos, uma mais rigorosa modelação dos custos, resultando em concepções mais integradas e de maior qualidade.
Redução de custo	▪ Modelos de informação criados num modo de colaboração total originam mais possibilidades para se detectarem erros dispendiosos, optimizarem-se sistemas, materiais, e outras estratégias de concepção, e reduzindo o custo dos edifícios e da construção.
Desempenho e sustentabilidade	▪ A reunião de informação em suporte digital reunida com antecedência pode fornecer um máximo de oportunidades para entender os efeitos da escolha de materiais, consumo de energia, impacte no local, e apoia tomadas de decisão optimizadas em cada um destes assuntos.
Funcionalidade e manutenção	▪ Concepção de informação digital que apoia a construção tem uma vida útil extensível, o que permite um apoio contínuo nas operações de construção, gestão, e propriedade.

3.4.2.4 Gestão de risco na construção sustentável

Um primeiro passo para gerir o risco na construção é o identificar e definir o risco face ao construtor num projecto em particular [66].

+ Retenção do risco

A decisão de retenção de risco num projecto de construção pode ser uma atitude consciente ou inconsciente por parte do construtor. De forma inconsciente, ocorre quando não há uma noção exacta dos riscos que se estão a assumir, porque há uma falha na análise em detalhe de um projecto ou não há um entendimento das implicações e das responsabilidades das tarefas a realizar, onde uma retenção de risco passiva deve ser evitada. O risco associado à construção sustentável relaciona-se num procedimento no qual, o dono de obra fornece um projecto completo para os sistemas e a documentação de construção, o que implica uma responsabilidade para se obterem um determinado número de certificações associadas à sustentabilidade. A retenção consciente de determinados riscos após uma verificação e análise cuidada é uma forma eficaz de gerir o risco.

+ Redução do risco

Uma vez identificados, os riscos contratuais podem ser reduzidos até a um nível aceitável através da negociação. O construtor pode entrar em negociação com o dono de obra de modo a reduzir o risco para um nível conveniente, os documentos contratuais podem impor um conjunto de especificações e certificações às quais o construtor não está familiarizado impondo um risco adicional. Pela negociação, o dono de obra pode assumir a responsabilidade de se conseguir obter uma determinada certificação para um projecto e o construtor aceita disponibilizar a documentação solicitada para o processo de certificação, assim como, no endereçar de certos requisitos para a certificação de elementos da gestão da construção. Neste cenário o risco foi reduzido para um nível aceitável para o construtor, já que os requisitos relacionados com os procedimentos para a obtenção de certificados associados à construção sustentável estão sob o seu controle. Em paralelo, o dono de obra assume os riscos de obter as restantes certificações relativas à sustentabilidade da construção que pode controlar, já que, um bom contracto de construção fixa as responsabilidades para as partes que possuem a capacidade de controlar o risco associado a essa responsabilidade.

+ Transferência do risco

Uma transferência do risco envolve a transferência dos riscos contratuais que estão retidos pelo construtor a uma outra parte por via de um contracto. Um método comum de transferência de risco na construção é a subcontratação, onde o construtor principal assume que determinadas responsabilidades contratuais possam ser realizadas por terceiros. Contractos para fornecimento de materiais e equipamento e, contratos com os fabricantes e fornecedores, são uma outra forma de transferência de risco. Em ambos os casos, o contratante necessita de verificar se os requisitos aplicáveis relacionados à construção sustentável estão incorporados em subcontratos e acordos de fornecimento, para garantir às partes o acautelar de cumprimento dos requisitos e respectivo controle dos riscos associados às obrigações dos processos de aquisição e de subcontratação.

+ Evitar do risco

O melhor método de gestão do risco é tentar evitá-lo o máximo possível, o contratante deve estar consciente do risco potencial e de seguida tomar acções para evitar esse mesmo risco. Uma forma simples de evitar o risco associado à obtenção de certificação sustentável, será o de propor uma negociação, para verificar o aceitar do risco ou recusar uma determinada licitação.

3.4.3 Normas e especificações

As especificações são elementos escritos que fazem parte da documentação contratual, onde se apresentam os requisitos para materiais, equipamento, sistemas, critérios, e o determinar níveis de desempenho de determinados serviços [66].

+ Especificações descritivas

A forma mais comum para a especificação de materiais e equipamento na construção, incluindo na construção sustentável. Descrevem materiais ou equipamentos em temos de materiais, construção física, e características de performance. As especificações descritivas recorrem ao uso de normas técnicas e ao critério de testes como forma para estabelecer um mínimo de requisitos para um determinado material e equipamento, também identificam produtores de materiais ou equipamento, na definição do nível de qualidade desejada, regularmente inclui uma cláusula de "equivalente" abrindo o leque a uma outra lista de fabricantes que, não mencionados, podem fornecer produtos de igual qualidade.

+ Especificações prescritivas

São habitualmente utilizadas quando há uma necessidade de corresponder um equipamento específico de um determinado fabricante. Uma outra situação em que as especificações prescritivas são utilizadas é quando há a necessidade de ampliar um sistema existente. Este tipo de especificações recorre a contractos de ajuste directo, que podem significar custos acrescidos e ter impactes nos planos de trabalho. São utilizados na construção sustentável no mesmo modo que na construção convencional.

+ Especificações de performance

Quer as especificações descritivas e prescritivas definem exactamente que tipo de materiais e equipamentos devem ser adquiridos e instalados. Nestes casos, o dono de obra toma a responsabilidade pelo desempenho dos materiais e equipamentos desde que sejam seguidos os requisitos do fabricante. As especificações de performance apenas especificam como um determinado sistema deve desempenhar depois da instalação. Conseguir obter um determinado requisito de performance é da responsabilidade do instalador. Dentro dos limites dos documentos de contrato, o instalador é livre de seleccionar as suas escolhas de materiais, equipamentos, e métodos de instalação, para obter um determinado requisito de performance. Neste caso, o contratante toma a responsabilidade pelo desempenho dos sistemas instalados e garante que estes irão cumprir os critérios impostos pelo dono dos edifícios.

3.4.3.1 MasterFormat™

MasterFormat™ é uma norma Norte Americana de especificação para na concepção e construção de projectos, constituída através de uma lista de títulos, e enumera secções para organizar informação sobre requisitos de construção, produtos, e actividades. Pelo estandardizar desta informação, este aparelho normativo facilita a comunicação entre os membros da equipa, construtores, e fornecedores, o que contribui para cumprir os requisitos, cronograma, e orçamentos dos donos dos edifícios.

Cada numeração e título definem uma secção organizada em níveis dependendo do âmbito de cobertura. O âmbito alargado de produtos de construção e actividades apresentam-se como títulos de nível principal, denominados de divisões. Cada divisão está organizada em diferentes níveis, os quais definem um grau mais detalhado de trabalho a ser especificado [70].

+ Geral

- **Divisão 00:** Requisitos de aquisição e contracto.
- **Divisão 01:** Requisitos gerais.
- **Divisão 02:** Condições existentes.
- **Divisão 03:** Betão.
- **Divisão 04:** Alvenarias.
- **Divisão 05:** Metais.
- **Divisão 06:** Madeiras, plásticos e compósitos.
- **Divisão 07:** Protecção térmica e contra humidades.
- **Divisão 08:** Aberturas.
- **Divisão 09:** Acabamentos.
- **Divisão 10:** Especialidades.
- **Divisão 11:** Equipamento.
- **Divisão 12:** Mobiliário.
- **Divisão 13:** Construções especiais.
- **Divisão 14:** Equipamento de transporte.
- **Divisão 15:** Instalações mecânicas.
- **Divisão 16:** Instalações eléctricas.

+ Subgrupo serviços

- **Divisão 21:** Supressão do fogo.
- **Divisão 22:** Canalizações.
- **Divisão 23:** Aquecimento, ventilação e ar condicionado.
- **Divisão 25:** Automação integrada.
- **Divisão 26:** Iluminação artificial.
- **Divisão 27:** Comunicações.
- **Divisão 28:** Segurança electrónica.

+ Subgrupo local e infra-estruturas

- **Divisão 31:** Trabalhos no solo.
- **Divisão 32:** Melhoramentos exteriores.
- **Divisão 34:** Transportes.
- **Divisão 35:** Construção marinha e em cursos de água.

+ Subgrupo processos de equipamento

- **Divisão 40:** Processo de integração.
- **Divisão 41:** Processo de gestão de equipamento e materiais.
- **Divisão 42:** Processo de aquecimento, arrefecimento e secagem.
- **Divisão 43:** Processo gestão gás, líquidos e equipamento de purificação e armazenamento.
- **Divisão 44:** Equipamento controlo de poluição.
- **Divisão 45:** Equipamento especifico para manufactura.
- **Divisão 48:** Geração de energia eléctrica.

3.4.3.2 GreenFormat™

O *GreenFormat™* é um formato da *Construction Specifications Institute*, que identifica e organiza as propriedades de sustentabilidade dos produtos. O objectivo é ajudar os fabricantes a identificar as características de um determinado produto e proporcionar aos projectistas, construtores e responsáveis pela manutenção de edifícios, informação básica para se garantir requisitos sustentáveis [71].

Este formato para a especificação consiste num questionário para obter um conjunto específico de informação dos fabricantes sobre a sustentabilidade dos produtos que produzem e os materiais de construção e processos que utilizam. Permite aos fabricantes identificar critérios de sustentabilidade, normas e certificações a aplicar nos produtos e, dá aos projectistas e construtores, uma forma fácil de avaliar deferentes aspectos da sustentabilidade dos materiais, produtos e processos.

O *GreenFormat™* trabalha em conjunto com o *MasterFormat™* e pode ser aplicado a todos os produtos de construção e categorias de produtos (Tabela 3.13).

Tabela 3.13: Organização das categorias de produtos do GreenFormat™ [71]

Categorias	Subcategorias
Categoria 1 *Informação de base*	▪ Fabricante. ▪ Descrição do produto.

Categoria 2
Detalhes do produto
	▪ Normas e certificação sustentável:
	  ▪ Certificação de terceiros: Sustentabilidade global do produto;
	  ▪ Certificação de terceiros: Práticas florestais;
	  ▪ Certificação de terceiros: Emissões nos interiores;
	  ▪ Certificação de terceiros: Categoria outras certificações.
	  ▪ Programa de certificação: Sustentabilidade global do produto;
	  ▪ Programa de certificação: Emissões nos interiores;
	  ▪ Programa de certificação: Energia;
	  ▪ Programa de certificação: Categoria outras certificações.
	  ▪ Declaração de conformidade: Sustentabilidade global do produto;
	  ▪ Declaração de conformidade: Emissões nos interiores;
	  ▪ Declaração de conformidade: Energia;
	  ▪ Declaração de conformidade: Categoria outras certificações.
	▪ Critérios de desempenho sustentável:
	  ▪ Protecção térmica e contra humidades;
	  ▪ Aberturas;
	  ▪ Acabamentos;
	  ▪ Canalizações;
	  ▪ Aquecimento, ventilação, e ar condicionado;
	  ▪ Equipamentos eléctricos;
	  ▪ Melhoramentos exteriores;
	  ▪ Desempenho dos produtos adicionais.
	▪ Composição sustentável de um produto:
	  ▪ Composição;
	  ▪ Toxicidade;
	  ▪ Conteúdo reciclado;
	  ▪ Materiais renováveis;
	  ▪ Materiais reutilizados;
	  ▪ Emissões.

Categoria 3
Ciclo de vida do produto
 	
{continua}
	▪ Análise do ciclo de vida.
	▪ Extracção e transporte de material:
	  ▪ Materiais regionais;
	  ▪ Cadeia de fornecimento.
	▪ Manufactura:
	  ▪ Instalações;
	  ▪ Processo de manufactura;

	▪ Construção: ▪ Gestão dos desperdícios da construção; ▪ Estaleiros; ▪ Fecho de obra. ▪ Fase de operação dos edifícios: ▪ Vida útil dos produtos; ▪ Recomendações para limpeza e manutenção. ▪ Desconstrução e fase de reciclagem: ▪ Programas industriais e de fabrico; ▪ Reutilização de produtos; ▪ Desmantelamento de produtos.
Categoria 4 *Informação adicional*	▪ Identificação das companhias. ▪ Transparência da informação.
Categoria 5 *Autorização*	▪ Lista de aceitação dos produtos.

3.4.3.3 ICC 700-2008

A ICC 700-2008, também denominada *National Green Building Standard,* é uma norma direccionada para a construção de edifícios sustentáveis residenciais. Tem como objectivo o providenciar de um conjunto de práticas sustentáveis, direccionadas para novas construções, renovações, novas adições, edifícios de serviços como hotéis, e sobre o próprio local de implantação dos edifícios [72].

Estas práticas sustentáveis incluem:

- Concepção de implantação, preparação e desenvolvimento;
- Eficiência de recursos, energia, e utilização da água;
- Qualidade ambiental ar interior;
- Operação, manutenção, e educação dono edifício.

Baseado num sistema de pontuação, fornecem ao utilizador as ferramentas para atingir entradas individuais de sustentabilidade ou para alcançar um nível máximo que incorpore um economizar de energia de valor igual ou superior a sessenta porcento (Tabela 3.14).

Tabela 3.14: Estrutura de pontuação de desempenho da norma ICC 700-2008 [72]

Categorias norma ICC-2008		**Pontuação níveis de desempenho**			
		Bronze	**Prata**	**Ouro**	**Esmeralda**
1	*Implantação e desenvolvimento*	39	66	93	119
2	*Eficiência de recursos*	45	79	113	146
3	*Eficiência de energia*	30	60	100	120
4	*Eficiência na utilização da água*	14	26	41	60
5	*Qualidade do ar interior*	36	65	100	140
6	*Operação, manutenção, e educação*	8	10	11	12
7	*Pontos adicionais de todas as categorias*	50	100	100	100
Pontos totais:		**222**	**406**	**558**	**697**

A norma ICC 700-2008 pode ser utilizada por construtores em relação a projectos individuais, ou ser a base para programas locais ou nacionais. A estrutura interna está baseada em diversas divisões específicas, recorrendo a quantificações para a sustentabilidade e a eficiência energética, suportado em especificações descritivas, prescritivas, e de performance.

§

CAPÍTULO 4: Estratégias de Desempenho dos Edifícios

4.1 Concepção para a Sustentabilidade

O conceito de sustentabilidade promove uma visão do meio ambiente como sistema global e interdisciplinar [73].

A sustentabilidade influi:

- No projecto arquitectónico;
- Na construção dos edifícios;
- Na gestão dos edifícios.

A sustentabilidade desafia a visão fragmentada:

- Do projecto de baixo consumo energético;
- Da arquitectura artística e de alto consumo;
- Do benefício à custa da sociedade e do meio ambiente.

A sustentabilidade promove:

- Um focalizar multidisciplinar;
- Os valores comunitários, sociais e culturais;
- O pensamento ecológico.

4.1.1 Descrição de critérios

Os edifícios e o ambiente construído terão de responder a um determinado número de critérios [74]:

- **Permitir a biodiversidade:** Na não utilização de materiais originários de espécies ou ambientes em perigo e melhorar os habitats naturais pelo uso apropriado da água e replantação;
- **Suportar comunidades:** Identificar e ir ao encontro das necessidades reais, nos requisitos e aspirações das comunidades e decisores, envolvendo-os nas tomadas de decisão;
- **Uso eficaz de recursos:** Não consumir de um conjunto desproporcional de recursos, incluindo dinheiro e solos, durante prospecção de material, construção, utilização ou desmantelamento. O uso desnecessário de energia, água e materiais de ciclo de vida curto, projectos de baixa qualidade, ineficiência e processos de construção e manufactura inapropriados.
- **Minimização da poluição:** Criar um mínimo de dependência dos produtos de poluição e materiais, gestão de procedimentos, energia e formas de transporte;
- **Criar ambientes saudáveis:** Permitir a existência de ambientes de trabalho, vida e lazer, sem colocar em perigo a saúde dos ocupantes dos edifícios través da exposição a poluentes, uso de materiais tóxicos ou providenciar abrigo a organismos perigosos para os humanos;
- **Gestão do processo:** Controlo dos projectos é um aspecto vital nas concepções sustentáveis, quer nas fases iniciais, como na garantia da performance ao longo da vida útil dos edifícios. Demasiadas aspirações podem minar a gestão do processo de concepção em particular nos pontos de transmissão onde os responsáveis mudam. Esta situação necessita de objectivos apropriados, ferramentas e benchmarks, e uma gestão dos resultados.

4.1.1.1 Objectivos de desempenho

Um edifício sustentável é aquele que alcança um alto desempenho, na totalidade do ciclo de vida, nas seguintes áreas [75]:

- Minimizar o consumo dos recursos naturais através de uma utilização mais eficiente de recursos não renováveis, solos, água, e materiais de construção, incluindo a utilização de recursos como a energia natural, para se obter um consumo zero de energia;
- Minimizar emissões que têm um impacte negativo no ambiente interior e na atmosfera do planeta, em especial aqueles relacionados com a qualidade do ar interior, gases de efeito de estufa, aquecimento global, partículas e chuvas ácidas;
- Minimizar as descargas de desperdícios sólidos e efluentes líquidos, incluindo a demolição e desperdícios dos ocupantes, esgotos, águas pluviais e infra-estruturas associadas;
- Minimizar impactes negativos nos ecossistemas locais;
- Qualidade máxima no ambiente interior, incluindo a qualidade do ar, regime térmico, iluminação, acústica e ruído, aspectos visuais que providenciam conforto psicológico humano e percepções psicológicas.

Tabela 4.1: Exemplos dos objectivos da sustentabilidade e, respectivos indicadores e critérios de desempenho, para uma abordagem estratégica, segundo CIBSE: Guide L [28]

Assuntos	**Objectivos de concepção e construção**	**Exemplo de indicadores**
Energia e CO_2	▪ Redução das emissões previsíveis de CO_2 pela aplicação de princípios de concepção de eficiência energética e utilização de tecnologias de baixo ou zero carbono.	Totalidade de emissões CO_2: ($KgCO_2/m^2$)/ano. Índice de permeabilidade do ar: (me/h)/m2 a 50 Pa.
Água	▪ Reduzir utilização previsível de água pela integração de maquinaria eficiente, electrodomésticos, e componentes.	Não doméstico: (m^3/pessoa)/ano ou (litro/pessoa)/dia. Habitações: (m^3/espaço de cama)/ano ou (litro/pessoa)/ano.
Desperdícios	▪ Redução desperdícios de construção e de demolição para aterros e permitir reciclagem de uso, seguindo uma hierarquia de desperdícios.	Toneladas de desperdícios; % reciclado.
Transportes	▪ Aumento na utilização de modos de sustentabilidade de transporte durante os edifícios em operação.	Percentagem de viagens em cada modo de transporte (%).
Adaptação às alterações climáticas	▪ Melhorar a capacidade do edifício operar com sucesso em diferentes condições e exigências previsíveis no futuro.	Prever as horas de sobre aquecimento no Verão.
Risco de cheias	▪ Mitigar os riscos de cheias e conceber para uma resiliência às cheias.	
Materiais	▪ Redução dos impactes ambientais incorporados no tempo útil dos materiais numa base de preferências ambientais.	Critério de percentagem alcançar preferência (%).
Poluição	▪ Redução emissões não desejável dos edifícios e o risco de poluição acidental.	Potencial de aquecimento global (GWp); $mgNO_x$/kWh de fornecimento de energia.
Ecologia e biodiversidade	▪ Ressaltar a ecologia e a biodiversidade do local pela protecção dos bens existentes e pela introdução de novos habitats e/ou espécies.	Alteração da densidade de espécies no local.
Saúde e bem-estar	▪ Fornecer um ambiente mais seguro, acessível, saudável e confortável.	
Assuntos sociais	▪ Redução do crime e efeitos adversos na vizinhança através do tempo de vida do empreendimento, através da concepção e boas práticas de operação.	

4.1.1.2 Componentes fundamentais

Enquanto que uma definição do que constitui a concepção de edifícios sustentáveis continua em constante evolução, o *Whole Building Design Guide,* reconhece seis princípios fundamentais de consenso alargado [130].

+ Optimização do local de implantação
A criação de edifícios sustentáveis começa com uma escolha adequada para implantação, incluindo o considerar de reutilização ou reabilitação de edifícios existentes. A localização, orientação e como o edifício vai afectar os ecossistemas locais, métodos de transporte, e utilização de energia. A incorporação de princípios de crescimento inteligente, quer seja para um edifício simples, um campus, ou para instalações militares. A localização em relação ao acesso a estradas, estacionamento, barreiras a veículos e iluminação do perímetro dos edifícios, devem estar integradas com as deliberações relativas à concepção e à localização sustentáveis.

+ Optimização na utilização de energia
Com a diminuição de fornecimento de combustíveis fósseis, o aumento questões segurança energética e o impacte dos gases com efeito de estufa com as respectivas alterações climáticas, há uma necessidade de reduzir a utilização energia, aumentar a eficiência, e utilizar fontes a partir de energias renováveis.

+ Proteger e conservar a água
Com a diminuição das reservas de água potável, os edifícios sustentáveis devem reduzir, controlar e utilizar a água de forma eficiente, pelo reutilizar ou reciclar a água, logo a partir do local de implantação.

+ Utilizar produtos de preferência ambiental
Um edifício sustentável deve ser construído com materiais que minimizem os impactes ambientais como, o aquecimento global, o delapidar dos recursos, e os níveis de toxicidade. Estes produtos têm um impacte menor na saúde humana e no meio ambiente quando comparados com produtos concorrentes que servem os mesmos objectivos. Deste modo contribuem para melhorar a segurança e saúde dos ocupantes e trabalhadores, redução das exigibilidades, redução dos custos de desmantelamento, e o alcançar dos objectivos ambientais.

+ Melhoria da qualidade ambiental do ar interior
A qualidade ambiental do ar interior tem um impacte significativo na saúde, conforto e produtividade dos ocupantes. Um edifício sustentável deve maximizar a iluminação natural, ter um controlo apropriado de ventilação e de poeiras, evitar a utilização de materiais com emissões.

+ Optimização das práticas de operação e manutenção
Incorporar considerações de operação e manutenção melhora o ambiente de trabalho, aumenta a produtividade, e reduz os custos com a energia e com os recursos. Estes objectivos são alcançáveis através da especificação de materiais e sistemas que simplifiquem ou reduzam os requisitos de manutenção, requeiram menor utilização de água, energia e químicos tóxicos para limpezas e manutenção, para que os edifícios sejam eficazes e reduzam os custos associados ao ciclo de vida.

Tabela 4.2: Factores que afectam o desenvolvimento de edifícios optimizados [8]

Condições de fronteira	**Conceitos de edifícios optimizados do ponto de vista energético**	**Avaliação**
Clima	Minimizar os requisitos de energia vs Optimizar os fornecimentos de energia	*Ecologia (Poluição CO_2)*
Uso		*Economia (Custos do ciclo de vida)*
Legislação		*Sociedade (Aceitação)*
Arquitectura		*Arquitectura (Qualidade)*

4.1.1.3 Oportunidades para melhoramento

Há muitos modos para melhorar o trabalho no âmbito da construção sustentável sem uma necessidade para aumentar os custos. Conceber e construir edifícios sustentáveis significa ter-se uma postura holística, traduz-se pelo criar edifícios e infra-estruturas que utilizem de forma adequada recursos como, os solos, materiais, energia e água de um modo eficiente, que melhore o estado e a saúde dos ecossistemas, e que tenha em atenção assuntos relacionados com a qualidade ambiental interior [45].

+ Zero de desperdícios

- Redução dos desperdícios da construção, remodelação, e das operações de manutenção;
- Ter uma abordagem de menos é mais em relação ao uso dos recursos;
- Conceber para a flexibilidade e um uso a longo prazo;
- Estimular a reutilização dos recursos e evitar o uso de materiais escassos.

+ Adaptação ao local

- Utilização de estratégias indígenas;
- Lutar pela diversidade;
- Ajustar a forma à função.

+ Utilização de recursos grátis

- Utilização de energias e materiais renováveis;
- Utilização de materiais e recursos disponíveis localmente e em abundância.

+ Optimizar em alternativa a maximizar

- Procura de soluções sinergéticas;
- Redução da dependência nos sistemas mecânicos.

+ Criar um ambiente com vida

- Proteger ecossistemas sensíveis e em perigo;
- Apoiar a restauração dos sistemas naturais degradados;
- Promover o desenvolvimento de zonas pedestres e comunidades baseadas em usos mistos;
- Criar ambientes saudáveis livres de materiais tóxicos;
- Promover vistas e a utilização da iluminação natural com um contacto directo com a natureza;
- Proporcionar um controlo pessoal;
- Criar oportunidades para a expressão pessoal;
- Procurar oportunidades para melhorar uma equidade social.

Tabela 4.3: Os 10 componentes de optimização de acordo com os temas da energia [8]

Temas de energia	**Minimizar requisitos de energia**	**Optimizar fornecimento energia**
Aquecimento	▪ Manter o aquecimento.	▪ Ganhos de calor eficientes.
Arrefecimento	▪ Evitar o sobreaquecimento.	▪ Dissipação de calor eficiente.
Ventilação	▪ Ventilação natural.	▪ Ventilação mecânica eficiente.
Iluminação	▪ Uso da iluminação natural.	▪ Optimização iluminação artificial.
Electricidade	▪ Uso eficiente da energia.	▪ Geração descentralizada de energia.

4.1.2 Ciclo ecológico e os edifícios

O espaço exterior, as instalações técnicas e a estrutura do edifício, formam com o ciclo ecológico um conjunto de interacções entre o ambiente, os edifícios, e factores que influenciam os componentes dos desses mesmos edifícios (Tabela 4.4).

Tabela 4.4: Ciclo ecológico e interacções entre edifícios [1]

Espaço exterior	**Instalações técnicas**	**Estrutura do edifício**
Ar ▪ Ar fresco. ▪ Ventilação natural. ▪ Força do vento. ▪ Origem da energia. ▪ Torre térmica. *Sol* ▪ Energia solar, radiação difusa. ▪ Energia solar, radiação activa. ▪ Uso passivo. ▪ Uso activo. *Solos* ▪ Aquíferos. ▪ Armazenamento calor. ▪ Armazenamento frio. ▪ Águas subterrâneas. ▪ Energia fria. ▪ Energia quente. *Superfícies de água* ▪ Lagos. ▪ Bombas de água. ▪ Energia aquecimento. ▪ Energia arrefecimento ▪ Rios. ▪ Bombas de água. ▪ Energia de aquecimento. ▪ Energia de arrefecimento. *Áreas plantadas* ▪ Microclima. ▪ Sombreamento. ▪ Absorção de poeiras. ▪ Vistas. ▪ Provisão de oxigénio.	*Energia de aquecimento* ▪ Directa. ▪ Aquecimento por zonas. ▪ Caldeiras. ▪ Caldeiras eléctricas. ▪ Indirecta. ▪ Tecnologia activa solar. ▪ Aquecimento combinado. ▪ Bombas de aquecimento. *Energia de arrefecimento* ▪ Directa. ▪ Arrefecimento movido a electricidade. ▪ Arrefecimento por absorção. ▪ Arrefecimento a gás. ▪ Torres de arrefecimento. ▪ Indirecta. ▪ Armazenamento frio no edifício. ▪ Arrefecimento frio no terreno. ▪ Sistemas tandem. *Energia eléctrica* ▪ Fornecimento principal. ▪ Fornecimento comercial. ▪ Auto fornecimento. ▪ Instalações combinadas de aquecimento e arrefecimento. ▪ Geradores de emergência. ▪ Fotovoltaica. ▪ Sistemas tandem. ▪ Geradores de vento. *Água* ▪ Água potável. ▪ Fornecimento público. ▪ Águas cinza. ▪ Água dos desperdícios. ▪ Águas pluviais. ▪ Descargas, limpezas, arrefecimento.	*Fachadas e coberturas* ▪ Materiais de isolamento. ▪ Fotovoltaicos. ▪ Superfícies de absorção. ▪ Armazenamento massa. ▪ Superfícies plantadas. ▪ Águas pluviais. ▪ Elementos iluminação natural. ▪ Colectores. *Construção* ▪ Armazenamento massa. ▪ Passivo solar. ▪ Elemento troca calor. ▪ Arrefecimento nocturno através do ar exterior. *Átrios* ▪ Zonas verdes. ▪ Arrefecimento por evaporação. ▪ Energia solar passiva. ▪ Armazenamento calor.

4.1.2.1 Concepções ecológicas

Em recentes colaborações entre arquitectos, ecologistas, e ecologistas industriais, a possibilidade de aplicar as teorias ecológicas na criação de edifícios foi explorada em profundidade, de modo a determinar quais os aspectos das actuais teorias da ecologia industrial a aplicar ao ambiente construído (Tabela 4.5), (Tabela 4.6), (Tabela 4.7).

Tabela 4.5: Oportunidades ecológicas para a concepção arquitectónica [24]

Áreas	**Campos de acção**
Geral	▪ Maximizar a segunda lei da eficiência, eficácia e, optimizar a primeira lei da eficiência para a energia e materiais. ▪ Como nos sistemas naturais, a indústria deve obedecer a um princípio de maximizar recursos. ▪ Ter em atenção que a capacidade de prever os efeitos das actividades humanas nos sistemas naturais é limitada. ▪ Integrar actividades industriais e de construção com as funções dos ecossistemas de modo a suster ou aumentar a resiliência da sociedade e da natureza. ▪ Gerar interfaces dos edifícios com a natureza. ▪ Combinar da intensidade das concepções e materiais com os ritmos da natureza. ▪ Considerar os impactes do ciclo de vida dos materiais e edifícios nos sistemas naturais. ▪ Insistir que a indústria tome responsabilidade para os efeitos do ciclo de vida dos seus produtos, de modo a garantir responsabilidade. ▪ Endereçar o fim do consumo do ambiente construído pela integração com produção de funções. ▪ Aumentar a diversidade e adaptabilidade das funções de uso nos edifícios através da experimentação e da educação. ▪ Explorar um processo educacional para além da academia que institua uma aprendizagem pela prática e que envolva todos os intervenientes do processo de construção. ▪ Reduzir a necessidade de informação nos produtores e consumidores pela implementação de testes e melhoria de como os materiais, concepções e processos, são certificados como sustentáveis. ▪ Garantir que a análise de sistemas tomam em atenção sistemas de função, processos e estrutura desde diferentes perspectivas e a diferentes escalas de análise. ▪ Integrar pensamento ecológico em todos os processos de tomada de decisão. ▪ Seguir um princípio de precaução para obrigar ao tomar de decisões.
Concepção {continua}	▪ Modelo de edifícios baseados na natureza. ▪ Realizar estruturas como parte da paisagem geológica. ▪ Conceber edifícios que permitam a desconstrução pela utilização de componentes que são reutilizáveis e, em última análise, ser reciclável. ▪ Conceber edifícios e escolher materiais adequados aos usos e proceder a medições dos resultados das concepções. ▪ Incorporar adaptabilidade nos edifícios tornando-os flexíveis para usos múltiplos. ▪ Realizar poupanças reais pela integração das funções de produção, reutilização, e desmantelamento. ▪ Focar na excelência das concepções e das operações com a sustentabilidade como componente fundamental. O focar em demasia em componentes da sustentabilidade, trivializa as questões e torna os movimentos marginais. ▪ Investir em concepções que melhorem as funções dos edifícios enquanto minimizem o uso de energia e o número de materiais. Deste modo há uma redução do tempo e do esforço requerido para procurar e optimizar novos materiais. ▪ Rever concepções que tomem em consideração os efeitos globais ambientais como delapidação da camada de ozono. ▪ Permitir a experimentação na concepção de edifícios sustentáveis para produzir estruturas que, como a natureza, obedeçam ao princípio de uma optimização de recursos. ▪ Tomar claro que os arquitectos têm uma forte e fundamental educação em ecologia. ▪ Contracto baseados em concepções baseadas na performance para desenvolver edifícios sustentáveis e melhores arquitectos.

Tabela 4.6: Oportunidades ecológicas para os materiais [24]

Materiais	▪ Manter materiais num uso produtivo, o que também implica manter os edifícios com um uso produtivo. ▪ Usar apenas materiais renováveis e/ou biodegradáveis ou o equivalente, tais como materiais recicláveis industriais. ▪ Libertar materiais criados pelos sistemas industriais apenas com uma capacidade assimilativa dos ambientes naturais. ▪ Eliminar materiais que são tóxicos no uso, ou libertam componentes tóxicos na sua extracção, manufactura ou eliminação. ▪ Minimizar o uso e a complexidade de materiais compósitos e o número de diferentes materiais nos edifícios. ▪ Tomar em conta que nem todos os materiais sintéticos são prejudiciais e nem todos os materiais naturais são inócuos. ▪ Reconhecer que os impactes da extracção dos materiais naturais podem ser muito elevados, como no caso dos produtos agrícolas. ▪ Plásticos estandardizados e outros materiais sintéticos baseados em infra-estruturas com o potencial para a reciclagem e a reutilização. ▪ Em alternativa a centrais eléctricas, uso dos combustíveis fósseis para a produção de materiais sintéticos, e o uso a recursos de energias renováveis como fonte de energia principal. ▪ Consciência que não é possível avaliar ou comparar materiais de forma adequada baseados em parâmetros únicos.

Tabela 4.7: Ecologia industrial e construção da ecologia [24]

Ecologia industrial	▪ Fazer as alterações necessárias para criar ecossistemas inteligíveis de resposta ambiental responsável aos membros de uma indústria particular. ▪ Foco nos clientes e nos principais responsáveis do sistema. Esta situação é necessário dado o limite de tempo, conhecimento, e recursos. Os principais responsáveis incluem o sistema de ensino e a indústria de seguros. ▪ Conceber um novo paradigma para a indústria através da colaboração de actores versus a possessão de conhecimento técnico. ▪ Redução do consumo. Esta situação é mais importante do que o aumento da eficiência da produção como o agente para uma mudança para uma ecologia industrial. ▪ Incorporar uma engenharia ecológica na ecologia industrial.
Construção da ecologia	▪ Garantir que uma construção da ecologia equilibra e sincroniza escalas temporais e espaciais aos fluxos naturais. ▪ Reconhecer que as cooperações que lideram a produção de novos materiais sustentáveis estão na vanguarda e que há uma necessidade de criar novas formas de competição, que por fim, utilizam para a sua própria vantagem. ▪ Ter em consideração que a construção sustentável provavelmente só pode ser implementada de forma incremental devido à resistência e a potenciais perturbações dos produtores existentes e sistemas reguladores.
Outros assuntos	▪ Uma melhor educação sobre ecologia dos funcionários governamentais e legisladores. ▪ Estabelecer critérios de desempenho para os edifícios e para a indústria da construção de modo a substituir as normas actuais. As normas de desempenho necessitam de incluir especificações em relação à utilização de materiais sustentáveis. ▪ Considerar a indústria dos seguros como um agente fundamental para o ambiente construído, na base da ameaça do aquecimento global irá potencializar a promoção da construção sustentável. ▪ Confiar na certificação apenas como um ponto de partida e não confiar totalmente dados informativos disponibilizados nos produtos.

4.1.2.2 Abordagem bioclimática

Uma abordagem bioclimática pode ser uma opção inicial de análise e no estabelecer de estratégias para a concepção de edifícios sustentáveis, numa tentativa de reduzir as implicações e dependências excessivas a equipamentos tecnológicos (Tabela 4.8), (Tabela 4.9), (Tabela 4.10).

Tabela 4.8: Estratégias de concepção arquitectónica: Técnicas de análise [76]

Parte I: Técnicas de análise	
Clima como contexto	▪ **1- Sol:** Relógio de Sol como modelo que simula o posicionamento do Sol e das sombras ao longo do curso dos dias e dos anos. ▪ **2- Sol:** Diagrama do percurso do Sol, com a colocação dos objectos existentes, pode determinar o tempo dos dias e dos anos, a disponibilidade solar num local em particular. ▪ **3- Sol:** Radiação solar disponível em cada hora pode ser utilizada para determinar os tempos quando o conforto pode ser obtido no exterior e estimar o potencial de ganhos solares para os edifícios. ▪ **4- Vento:** Rosa-dos-ventos pode ser utilizada para caracterizar a direcção, velocidade e frequência do vento uma localização específica por mês ou por ano. ▪ **5- Vento:** Tabela de ventos representa padrões da direcção do vento, velocidade põe tempo em dias e meses de uma localização específica. ▪ **6- Vento:** Uso de princípios do movimento do ar ajustados aos dados dos ventos dos aeroportos para aproximar o fluxo de vento de um local. ▪ **7- Sol e vento:** Microclimas de um local mais favoráveis para a localização dos edifícios podem ser determinados pela análise da combinação do Sol e vento. ▪ **8- Luz:** Tipo de céu pode determinar a concepção dominante em relação à iluminação natural. ▪ **9- Luz:** Disponibilidade dos dados da iluminação natural pode ser utilizada para determinar conjunto de factores relativos à iluminação natural. ▪ **10- Luz:** Efeitos das obstruções da iluminação natural num local podem ser determinados pela utilização de cartas de pontos da iluminação natural em conjugação com um diagrama de percurso de Sol. ▪ **11- Conforto:** Cartas bioclimáticas determinam as respostas climáticas apropriadas que produzem conforto termal num clima em particular.
Programa e uso	▪ **12- Ocupação:** Estimar ganhos de calor da ocupação dos compartimentos para compreender a contribuição das pessoas nos requisitos para aquecimento e arrefecimento. ▪ **13- Iluminação eléctrica:** Estimar ganhos energia eléctrica para compreender a contribuição no aquecimento e arrefecimento dos edifícios. ▪ **14- Equipamento:** Estimar ganhos calor nos equipamentos para compreender a contribuição nos requisitos de aquecimento e arrefecimento dos edifícios.
Forma e invólucro	▪ **15- Transferência de calor através do invólucro:** Para compreender a contribuição para os requisitos de aquecimento e arrefecimento dos edifícios. ▪ **16- Ganhos Sol:** Estimar ganhos solares para entender a contribuição do sol para os requisitos de aquecimento e arrefecimento dos edifícios. ▪ **17- Ventilação e infiltração:** Estimar a ventilação ou ganhos e percas de infiltração para entender a respectiva contribuição para os requisitos de aquecimento e arrefecimento dos edifícios.
Combinar o clima, programa e forma {continua}	▪ **18- Estratégias de concepção:** Quando combinadas com temperaturas mensais e humidade relativas, identifica o potencial do aquecimento solar passivo e estratégias de arrefecimento apropriadas para as opções do edifício. ▪ **19- Estratégias de concepção:** Contacto terrestre para uma redução das cargas e depressões de calor dependem do clima regional. ▪ **20- Períodos de sombreamento:** Calendário de sombreamento com tempos e datas associados aos diagramas do percurso do sol, determinam o ângulo solar que necessitam de sombreamento. ▪ **21- Padrões de aquecimento e arrefecimento:** Ganhos de calor totais podem ser estimados para determinar as cargas utilizadas nas estratégias de arrefecimento passivas. Percas de calor totais, podem ser comparadas contra os critérios da conservação de energia. ▪ **22- Padrões de aquecimento e arrefecimento:** Ponto de equilíbrio da temperatura, a temperatura exterior na qual o edifício faz uma transição das necessidades de

	aquecimento para as necessidades de arrefecimento quando o aquecimento ou o arrefecimento são exigidos. ▪ **23- Padrões de aquecimento e arrefecimento:** Perfis de ponto de equilíbrio, características do clima, no usos do edifício, e na forma dos edifícios podem ser utilizadas para desenvolver padrões diários de aquecimento e arrefecimento que representem a performance dos edifícios durante um ano e na ajuda de identificação de estratégia climática.
Cargas eléctricas e aquecimento de água	▪ **24- Electricidade:** As cargas eléctricas requerem o dimensionamento das superfícies fotovoltaicas, podem ser estimadas a partir de dados dos consumos de electricidade comercial e residencial. ▪ **25- Água quente:** Cargas dos serviços de água quente, requeridos para o dimensionamento dos colectores de água quente podem ser estimados a partir dos dados de consumo.

Tabela 4.9: Estratégias de concepção arquitectónica: Procedimentos [76]

Parte II: Estratégias de concepção	
Grupos de edifícios {continua}	▪ **26- Ruas, espaços abertos e edifícios:** Corredores de ventilação radial das ruas ou espaços abertos podem ter como vantagem a drenagem de ar fresco e correntes térmicas nocturnas. ▪ **27- Ruas, espaços abertos e edifícios:** Sombreamento partilhado, edifícios podem ser dispostos para originarem sombreamento entre eles a aos espaços adjacentes exteriores. ▪ **28- Ruas, espaços abertos e edifícios**: Locais favoráveis para microclimas podem ser utilizados para localizar grupos de edifícios. ▪ **29- Ruas, espaços abertos e edifícios:** Invólucros solares podem ser utilizados para garantir o acesso ao Sol para os edifícios, ruas e espaços abertos. ▪ **30- Ruas, espaços abertos e edifícios:** Edifícios altos podem ser concebidos em relação a outros edifícios para que o vento possa criar microclimas favoráveis nas ruas e nos espaços abertos. ▪ **31- Ruas e edifícios:** Padrões equilibrados urbanos das ruas e blocos podem ser orientados e dimensionados de forma a integrar preocupações com a luz, Sol, e sombreamento de acordo com as prioridades do clima. ▪ **32- Ruas e edifícios:** Ruas cobertas que providenciem luz a cada edifício organizados em relação à rua. ▪ **33- Ruas e edifícios:** Padrões urbanos dispersos que maximizem brisas de arrefecimento e padrões urbanos densos, que minimizem os ventos de interno nos climas frios. ▪ **34- Ruas e edifícios:** Transições graduais de altimétricas, dos grupos de edifícios, organizados na direcção dos ventos predominantes, minimização do movimento do vento nas ruas. ▪ **35- Ruas e edifícios:** Invólucros que potenciam a iluminação natural são utilizados para dar forma aos edifícios para assumir um acesso à iluminação natural e edifícios adjacentes. ▪ **36- Ruas e edifícios:** Ruas ventosas orientadas aos ventos predominantes para maximizar o movimento do ar nos ambientes urbanos e aumentar o acesso a uma ventilação cruzada dos edifícios. ▪ **37- Espaços abertos e edifícios:** Edifícios dispersos, com espaços contínuos e abertos para preservar o acesso dos edifícios à brisa. ▪ **38- Espaços abertos e edifícios:** Grupos alongados de edifícios Este-Oeste e espaçados entre direcções Norte-Sul para maximizar os ganhos solares, enquanto garantem o acesso solar a cada edifício. ▪ **39- Espaços abertos e edifícios:** Luz solar de vizinhança pode ser garantida através de uma configuração apropriada dos edifícios e espaços abertos, dada uma orientação das ruas. ▪ **40- Espaços abertos e edifícios:** Barreiras ao vento podem ser utilizadas para criar cantos que protejam os edifícios de os espaços abertos. ▪ **41- Espaços abertos e edifícios:** Cantos verdes de vegetação irrigada podem formar zonas de brisa. ▪ **42- Espaços abertos e edifícios:** Camadas de sombreamento podem proteger os espaços externos e edifícios do Sol alto.

Edifícios	▪ **43- Compartimentos e pátios:** Migração, compartimentos e pátios podem ser repartidos por zonas de modo a que as actividades possam tomar lugar nas áreas mais frescas durante os períodos de calor e zonas quentes durante os períodos mais frescos do dia ou das estações. ▪ **44- Compartimentos e pátios:** Localização de compartimentos exteriores em relação ao Sol e ao vento podem estender as estações de conforto exterior. ▪ **45- Compartimentos e pátios:** Camadas de sombreamento em locais superiores, protegem os pátios dos edifícios do Sol, enquanto um elemento vertical pode proteger do Sol de baixa altitude. ▪ **46- Compartimentos:** Compartimentos agrupados, reduzem a áreas de contacto, assim, as percas e os ganhos de calor. ▪ **47- Compartimentos:** Edifícios permeáveis podem combinar planos abertos e secções para cruzamento de ventilação. ▪ **48- Compartimentos:** Concepções estreitas de combinação de compartimentos têm iluminação natural disponível para todos os espaços. ▪ **49- Compartimentos:** Organizações longas Este-Oeste aumentam a quantidade de fachada disponível para ganhos de Inverno de colecta de radiação solar. ▪ **50- Compartimentos:** Luz em profundidade, em edifícios profundos, depende de uma organização eficaz das plantas e secções. ▪ **51- Compartimentos:** Iluminação emprestada é possível quando pequenos compartimentos são organizados de forma adjacente ou em grande pé-direito. ▪ **52- Compartimentos:** Zonas de produção de calor, compartimentos que podem ser divididos em zonas dentro dos edifícios para utilizar ou rejeitar fontes internas de ganho de calor. ▪ **53- Compartimentos:** Zonas de estratificação, compartimentos podem ser separados de forma vertical nos edifícios para tomar vantagem da estratificação de temperatura. ▪ **54- Compartimentos:** Zonas tampão, compartimentos que podem tolerar mudanças de temperatura podem estar localizados entre compartimentos de protecção e calor ou frio não desejável. ▪ **55- Compartimentos:** Zonas de iluminação diurna, compartimentos que podem ser organizados dentro dos edifícios para que as actividades que necessitem maior nível de iluminação natural estejam perto da janelas. ▪ **56- Compartimentos:** Compartimentos que estão direccionados do Sol e o vento aumentam a eficácia do aquecimento solar e ventilação cruzada. ▪ **57- Compartimentos:** Compartimentos com ganhos directos estão disponíveis para a colecta do sol e podem armazenar calor dentro dos espaços. ▪ **58- Compartimentos:** Solários podem ser utilizados para colectar o calor do Sol, armazena-lo, e distribui-lo para os outros compartimentos. ▪ **59- Compartimentos:** Paredes de armazenagem térmica colectam e armazenam o calor solar num dos cantos do edifício. ▪ **60- Compartimentos:** Tanques nas coberturas colectam e armazenam calor e o frio nos planos de cobertura dos compartimentos. ▪ **61- Compartimentos:** Paredes e tectos colectoras térmicas que capturam o calor solar numa face dos compartimentos numa grande camada de ar, a qual transporta o calor para o armazenar na estrutura dos edifícios. ▪ **62- Compartimentos:** Ventilação cruzada através dos compartimentos aumenta com a introdução de grandes aberturas nos cantos opostos. ▪ **63- Compartimentos:** Ventilação por pressão, através de compartimentos engrandece pelo aumentar das distâncias entre as aberturas altas e baixas. ▪ **64- Compartimentos:** Captadores de vento podem capturar vento acima dos níveis das coberturas em edifícios onde as janelas têm pouco acesso à brisa. ▪ **65- Compartimentos:** Massa de arrefecimento nocturno, massa térmica pode ser utilizada para absorver calor de um compartimento durante o dia para ser arrefecido durante a noite através da ventilação. ▪ **66- Compartimentos:** Torres de evaporação de arrefecimento podem fornecer ar fresco sem a necessidade de ventiladores ou ventilação. ▪ **67- Compartimentos:** Átrios ou pátios no interior dos edifícios podem providenciar iluminação aos compartimentos circundantes. ▪ **68- Compartimentos:** Iluminação profundidade dos compartimentos deve ser menos que duas vezes e meia a altura das janelas para manter um nível e distribuição de iluminação.
{continua}	▪ **69- Compartimentos:** Subterrâneos podem ser utilizados para proteger os edifícios

	dos extremos do calor e do frio e para responder a uma parte das necessidades de arrefecimento do edifício. ▪ **70- Compartimentos:** Zonas com água podem formar arrefecimento e correntes de ar fresco.
Partes do edifício	▪ **71- Paredes, coberturas e pavimentos:** A espessura dos elementos dos edifícios pode ser suficiente para acomodar o isolamento necessário e requerido. ▪ **72- Paredes, coberturas e pavimentos:** Capacidade de absorção da massa da superfície, para o armazenamento térmico interior deve ser alto para absorver a radiação, enquanto superfícies não massivas, devem ser reflectivas para redireccionar a radiação para a massa. ▪ **73- Paredes, coberturas e pavimentos:** Superfícies reflectoras da iluminação natural, que têm ligeira coloração aumentam o nível de iluminação nos espaços. ▪ **74- Paredes, coberturas e pavimentos:** Cores de revestimento exterior, devem ser escuras em climas frios para absorver a radiação e claros nos climas quentes para reflectir a radiação. ▪ **75- Coberturas e paredes:** Coberturas e paredes com painéis fotovoltaicos devem estar orientados para uma colecta de Sol e em quantidade suficiente para responder às necessidades de electricidade dos edifícios. ▪ **76- Coberturas e paredes:** Materiais de dupla face devem ser seleccionados para reflectir os ganhos solares e evitar transmitir o calor para camadas interiores. ▪ **77- Coberturas e paredes:** Reflectores solares podem aumentar a radiação solar nos envidraçados de recepção de calor. ▪ **78- Paredes e pavimentos**: Massa térmica, as superfícies devem ter dimensão e espessura suficiente para armazenar calor e frio adequado. ▪ **79- Paredes e janelas:** Baixo contraste entre as janelas, caixilharia e superfícies adjacentes diminui luminosidade e melhora níveis de visão. ▪ **80- Coberturas e janelas:** Ângulos de iluminação devem ser agudos para melhor distribuição da iluminação natural nos compartimentos. ▪ **81- Coberturas:** Água quente solar proveniente de sistemas de cobertura deve estar bem dimensionados e orientados. ▪ **82- Paredes:** Paredes com respiradores no Verão podem pré aquecer o ar fresco para ventilação. ▪ **83- Paredes:** Isolamento pelo exterior a massa das paredes permite à massa o armazenamento de calor dos compartimentos e estabiliza as temperaturas do ar interior. ▪ **84- Janelas:** Aberturas separadas ou combinadas, para ventilação, iluminação, e ganhos solares. ▪ **85- Janelas:** Organização das aberturas para ventilação podem ser optimizadas para aumentar os rácios de ventilação cruzada num compartimento e movimentar o ar pelos ocupantes para aumentar as taxas de arrefecimento. ▪ **86- Janelas:** Janelas bem posicionadas podem reduzir percas de calor no Inverno. ▪ **87- Janelas:** Luz solar reflectida pode ser utilizada para iluminação dos compartimentos nos climas de céu pouco nublado. ▪ **88- Janelas:** Aberturas solares podem ser ampliadas para potenciar a percentagem de anual de aquecimento requerida através da energia solar. ▪ **89- Janelas:** Aberturas zenitais podem ser aumentadas para providenciar maiores níveis de iluminação interior. ▪ **90- Janelas:** A estanquicidade das janelas pode ser doseada para moderar a entrada de ar fresco ou reclamar calor da ventilação para responder às necessidades de ventilação. ▪ **91- Janelas:** Sombreadores podem ser utilizados para quebrar e distribuir a luz, reduzindo a luminosidade. ▪ **92- Janelas:** Isolamentos móveis podem ser colocados sobre as janelas para reduzir as percas de calor durante a noite. ▪ **93- Janelas:** Sombreamento potencializar iluminação natural, protegem as janelas dos ganhos solares enquanto preservam a visibilidade do céu, reflectem a iluminação natural e reduzem a luminosidade. ▪ **94- Janela:** Sombreamento externo, pelo exterior das janelas provoca sombras nos envidraçados e reduz os ganhos solares. ▪ **95- Janelas:** Sombreamento interno, protecção atrás dos envidraçados reduz ganhos solares. ▪ **96- Janelas:** Tipos de janelas e vidro podem ser seleccionados para equilibrar a iluminação natural, ganhos solares de Inverno e sombreamento solar.

Tabela 4.10: Estratégias de concepção arquitectónica: Sistemas passivos [76]

Parte III: Estratégias para complementar os sistemas passivos	
Partes do edifício	▪ **97- Iluminação artificial:** Iluminação pontual, pode ser utilizada para iluminação local, requisitos de iluminação especial. ▪ **98- Iluminação artificial:** Zonas de iluminação artificial podem ser organizadas de forma paralela aos planos das janelas para que as fontes individuais possam ser ligadas caso necessário. ▪ **99- Armazenamento de calor e frio:** Camas de rochas localizadas em locais remotos de ocupação podem ser utilizadas para aumentar a quantidade de calor e frio a ser armazenado de forma eficaz. ▪ **100- Ventoinhas:** Ventilação mecânica de massa pode ser utilizada para garantir um adequado movimento de ar mais além do armazenar térmico dos edifícios, e deste modo melhorar o potencial de arrefecimento. ▪ **101- Ventoinhas:** Ventilação mecânica espacial pode ser utilizada para arrefecer os edifícios e as pessoas durante o tempo quando as forças de ventilação natural são fracas. ▪ **102- Mover o calor e o frio:** Condutas podem ser utilizadas para mover o calor para partes frias do edifico e passar do frio para quente partes do edifício. ▪ **103- Ventilação de ar fresco:** Zonas tampão passivas podem temperar o ar de ventilação fresco antes que este entre nas zonas ocupadas.

Tabela 4.11: Construção de acordo com as zonas climáticas [77]

Zona climática	**Clima**	**Construções**
Desertos	▪ Calor extremo e falta de água severa.	▪ Abrigos leves e móveis.
Estepes	▪ Calor e baixo abastecimento de água.	▪ Abrigos leves para protecção contra o calor e a areia, utilização de arrefecimento por evaporação, à terra, movimento do ar, e energia geotermia.
Savanas	▪ Condições de clima ideal com temperaturas exteriores favoráveis.	▪ Estruturas leves sem isolamento para protecção contra o Sol e forte precipitação.
Florestas tropicais	▪ Regiões quentes e húmidas.	▪ Edifícios com boa ventilação para arrefecimento por evaporação, e protecção contra o Sol e a chuva. ▪ Materiais de construção devem secar de forma rápida.
Região subtropical	▪ Verão quente e húmido e Invernos temperados.	▪ Estruturas leves com uma boa ventilação e algum isolamento no Inverno.
Região mediterrânea	▪ Clima ideal com Verões não muito quentes ou húmidos e Invernos moderados.	▪ Edifícios que originam um bom sombreamento com vantagens das características de ventilação. ▪ No Inverno algum aquecimento é necessário.
Zonas moderadas	▪ Verões quentes a moderados e Invernos frios com baixa humidade.	▪ Edifícios que compensam com aquecimento em relação às baixas temperaturas do exterior. ▪ Paredes com um bom efeito de isolamento, absorção parcial de aquecimento.
Regiões alpinas	▪ Verões moderados e Invernos muito frios com vento forte.	▪ Edifícios que são sólidos e bem isolados.
Tundra	▪ Verão moderado e Inverno muito frio.	▪ Estruturas móveis com um isolamento optimizado e protecção ao vento.
Região árctica	▪ Verão moderado e Invernos muito frios com vento forte.	▪ Estruturas em gelo, com boas características de isolamento e protecção ao vento em combinação com vestuário quente e denso.

4.1.2.3 Tecnologia e ambiente

Ar fresco, fluxo do vento, e a energia potencial que estes contêm, são parâmetros essenciais para o planeamento e o projecto integrado. Todos os edifícios devem ser concebidos com recurso à ventilação natural, a não ser, por motivos extraordinários de higiene interior. O uso da energia térmica é um componente essencial no planeamento integrado que, com a colaboração total entre diversas especialidades, pode ser optimizado com o recurso a diversas tecnologias. A água potável é um dos recursos mais preciosos e sem um substituto adequado. Pelo adoptar de métodos de planeamento integrado, é possível obter uma simbiose inteligente entre a arquitectura, sistemas implementados nos edifícios, associados para se obter um potencial económico e ambiental (Tabela 4.12).

Tabela 4.12: Modos de planeamento integrado entre arquitectura, tecnologia e o ambiente [1]

Arquitectura	**Sistemas de edifícios**	**Potencial de economizar**	**Protecção ambiental**
Estrutura do edifício; *Orientação do edifício;* *Paisagismo;* *Invólucro do edifício;* *Massas de armazenamento;* *Materiais recicláveis.*	▪ Tecnologia da água	*Separação de sistemas;* *Aumento das eficiências;* *Águas cinzentas.*	▪ Recursos aquíferos
	▪ Ventilação e ar condicionado	*Sistemas de ar/água* *Minimização dos volumes de ar;* *Ventilação natural, arrefecer com a água;* *Componentes arrefecimento dos edifícios, activos e passivos.*	▪ Matérias-primas
	▪ Arrefecimento	*Energia de arrefecimento da Terra;* *Arrefecimento adiabático;* *Instalações livres de CFCs;* *Utilização da produção de aquecimento e arrefecimento grátis.*	▪ Camada do ozono
	▪ Aquecimento	*Aumento das eficiências* *Diminuição emissões de contaminantes como o CO_2, CO, SO_2, NOx;* *Uso passivo da energia solar.*	▪ Redução do efeito de estufa e diminuição da acidificação dos solos
	▪ Iluminação	*Aumento das eficiências;* *Novas lâmpadas e sistemas de iluminação* *Iluminação por zonas;* *Concepção com cores.*	▪ Matérias-primas
Utilizador/cliente *Conforto;* *Consumo;* *Flexibilidade;* *Desenvolvimento dos requisitos;* *Requisitos de segurança;* *Ciclo de vida.*	▪ Sistemas de energia alternativos	*Aquecimento e arrefecimento por geotermia;* *Sistemas solares, activo e passivo;* *Conexão energia de aquecimento;* *Instalação bombas de calor.*	▪ Matérias-primas e clima

Uma avaliação abrangente e holística da concepção dos edifícios encoraja o desenvolvimento de objectivos relacionados com critérios individuais que possam ser utilizados como guias de concepção nas fases iniciais e esquemáticas (Tabela 4.13).

Tabela 4.13: Qualidade do local e processo de concepção construção [3]

Área	**Tópico**	**Critério**
Qualidade do local		▪ Disponibilidade energética. ▪ Serviços, multifuncionalidade. ▪ Integração. ▪ Justiça social. ▪ Utilização. ▪ Mobilidade. ▪ Ruído, vibração. ▪ Radiação.
Qualidade do edifício	Acesso e comunicação	▪ Tráfego. ▪ Contactos sociais. ▪ Acessibilidade e facilidade de utilização.
	Local	▪ Local.
	Concepção	▪ Paisagismo.
	Bem-estar e saúde	▪ Segurança. ▪ Som. ▪ Luz. ▪ Ar. ▪ Conforto.
	Estrutura	▪ Parque construído existente. ▪ Trabalhos estruturais e de interiores.
	Custo da construção	▪ Custos iniciais. ▪ Financiamento.
	Custo de operação e manutenção	▪ Custos de operação e manutenção. ▪ Reparação.
	Materiais de construção	▪ Disponibilidade de matérias--primas. ▪ Impactes ambientais. ▪ Poluentes. ▪ Renovação.
	Fontes de energia	▪ Aquecimento do edifício. ▪ Arrefecimento do edifício. ▪ Geração de água quente. ▪ Iluminação. ▪ Outros consumos eléctricos. ▪ Fornecimento de necessidades energéticas.
	Infra-estrutura	▪ Operações com desperdícios. ▪ Água.
Qualidade do processo		▪ Edifícios sustentáveis. ▪ Tradição da construção. ▪ Participação. ▪ Processo integrado de concepção. ▪ Análise. ▪ Monitorização. ▪ Gestão de instalações.

4.1.3 Sustentabilidade na construção

Uma vez que todos os recursos do espaço exterior tenham sido incorporados e a concepção dos edifícios tenha sido integrada no processo de planeamento, com o processo de aplicação de sistemas como componentes complementares, dá-se o início da criação de espaços confortáveis para os ocupantes, objectivo essencial para alcançar uma sustentabilidade na construção.

4.1.3.1 Conceitos e medidas

Sistemas activos para os edifícios devem ser componentes integrais de todas as construções que estão direccionadas para uma variedade de aproximações inovadoras, cujo objectivo é o de atingir um máximo na redução de consumo de energia e de emissões. O alcançar da sustentabilidade na construção só será possível através da incorporação entre um conjunto de conceitos (Tabela 4.14) que se consubstanciam em medidas concretas a aplicar nos edifícios (Tabela 4.15).

Tabela 4.14: Conceitos para sustentabilidade na construção [78]

Conceitos	Descrição
Conceitos de valorização ambiental	▪ Existência de uma certificação energética ou ambiental da habitação. ▪ Instalação na habitação de um sistema de aquecimento central eficiente. ▪ Garantia da ausência de sistemas de ar condicionado. ▪ Na ausência de ventilação natural nas casas de banho, a existência de uma ventilação mecânica. ▪ Caldeiras e esquentadores da habitação de tipo estanque. ▪ Certificados dos materiais que estão em contacto com o ar interior. ▪ Volume do ar das salas de estar é superior a 10 metros cúbicos por utilizador permanente. ▪ Possibilidade de ventilação de uma habitação de forma natural. ▪ Tintas utilizadas nas paredes e tectos permeáveis ao vapor.
Conceitos de valorização social	▪ Contexto de inserção da habitação é compacto e multifuncional. ▪ Acesso às necessidades do dia-a-dia num raio de deslocação de 10 minutos a pé do local da habitação, incluindo os equipamentos culturais, desportivos, e de lazer. ▪ Existência de espaços verdes públicos, semi-públicos ou semi-privados, perto do local da habitação. ▪ Existência de uma diversidade no meio edificado nas proximidades. ▪ Existência de um manual de utilização do edifício e habitação. ▪ Acessibilidade a todos os espaços comuns do edifício pode ser efectuada de forma fácil sem a existência de barreiras.
Conceitos de valorização económica	▪ Optimização do desempenho energético ambiental do edifício. ▪ Existência de sistemas de transformação de energia renovável em energia útil. ▪ Existência de um sistema de monitorização contínua dos consumos do edifício em que os resultados são acessíveis aos utilizadores em tempo real. ▪ Facturação mensal que indica as tendências dos consumos. ▪ Existência de contadores bi-horários. ▪ Materiais utilizados provenientes de processos de fabrico socialmente responsáveis.
Conceitos de valorização espacial	▪ Dimensão dos espaços comuns das habitações permite o desenvolver de duas ou três actividades quotidianas paralelas sem geração de conflitos. ▪ A relação de espaços é aberta e promove a comunicação familiar, entre a funcionalidade e a privacidade. ▪ A relação entre a cozinha e a sala de jantar e estar é aberta para permitir um convívio familiar. ▪ É possível ampliar a casa para um quarto, escritório ou varanda ▪ Áreas de estar estendem-se até à porta de entrada. ▪ Existência de espaços próprios para contemplação, concentração e trabalho em casa. ▪ Existência de uma separação hierárquica entre as áreas privadas e as áreas comuns da habitação. ▪ Existência de um duplo ou triplo pé direito.

Tabela 4.15: Medidas para sustentabilidade na construção [78]

Medidas	Descrição
Conforto ambiental	▪ Temperatura do ar confortável. ▪ Odores neutros na habitação. ▪ Exigência de conforto acústico com as janelas fechadas. ▪ A luminosidade natural é adequada. ▪ Existência de sombreamento que permitam o controlo da luminosidade natural.
Certificação ambiental em Portugal	▪ A verificação que de tintas e vernizes utilizados nas superfícies que estão em contacto com o ar interior são ecológicos ou não tóxicos. ▪ Existência de um certificado para tintas e vernizes que atestem que estes são ecológicos e não tóxicos. ▪ Proveniência das madeiras e pavimentos de florestas replantadas. ▪ Existência de um certificado de madeiras que garanta a replantação de florestas. ▪ A habitação é confortável sem a necessidade de utilização de sistemas de arrefecimento artificial.
Medidas de optimização da procura da energia	▪ Orientação dos espaços de permanência a Sul, Nascente ou Poente. ▪ Habitação com vidros duplos incolores em todas as área envidraçadas. ▪ Proporção da totalidade das áreas envidraçadas orientada a Sul é de aproximadamente 35% da área global do alçado Sul. ▪ A proporção da totalidade das áreas envidraçadas em relação à área útil total é aproximadamente 30%. ▪ As áreas envidraçadas orientadas a Sul, Nascente ou Poente, têm um sistema de protecção solar exterior orientável ou regulável, que permitem o controlo do grau de iluminação solar no interior. ▪ Qualidade das caixilharias. ▪ Existência de vão com grelhas de ventilação. ▪ Possibilidade de efectuar uma ventilação cruzada, com um sistema de abertura que permite uma ventilação em segurança. ▪ Isolamento térmico adequado, de preferência de forma contínua e pelo exterior, e com as características térmicas adequadas. ▪ Construção de paredes com materiais pesados, betão tijolo, e revestidas a estuque. ▪ Existência de paredes trombe a Sul. ▪ A cobertura do edifício é total ou parcialmente ajardinada ou ocupada por sistemas de energia renováveis. ▪ Exigência de espaços com água ou com vegetação junto das janelas das habitações. ▪ Materiais aplicados nas paredes permitem uma permeabilidade ao valor entre o interior e o exterior. ▪ Existência de sistemas energéticos centralizados. ▪ Existência de um sistema solar térmico para o aquecimento das águas quentes sanitárias. ▪ Existência de um sistema de monitorização contínuo instalado nos edifícios. ▪ Electrodomésticos de classe A ou A+ ou A++. ▪ Iluminação eléctrica de baixo ou muito baixo consumo. ▪ Existência de lareiras com recuperador de calor.
Medidas de descentralização da oferta energética	▪ Fornecimento dos serviços é contabilizado relativamente à qualidade e eficiência do serviço de energia e não à unidade de consumo. ▪ Habitação possui sistemas que permitam a produção de energia para uso próprio tornando-se um consumidor produtor e a possibilidade de disponibilizar a energia produzida à rede eléctrica pública. ▪ Existência de sistemas de monitorização contínua acessível ao consumidor final, de modo a aceder aos dados em tempo real. ▪ Existência de sistemas de energia renováveis que possuam uma garantia de operação e manutenção subscrita por uma entidade idónea.
Medidas de optimização da procura da água	▪ Existência de torneiras operadas por um monocomando. ▪ Possibilidade de utilização de dispositivos de redução do fluxo da água. ▪ Existência de chuveiro do duche ou banheira com sistema de redução do fluxo da água. ▪ Sanitas instaladas com equipamento de descarga selectiva. ▪ Electrodomésticos com certificado de classe A em relação ao consumo de água.

4.1.3.2 Aperfeiçoamentos técnicos

Estudos aplicados à interpretação dos fenómenos associados à utilização de estruturas optimizadas são essenciais para um contínuo melhoramento das técnicas e conceitos aplicados aos edifícios. A *Transsolar Climate Engineering,* identificou já, um considerável número de factores operativos no que concerne aos aspectos térmicos, à qualidade do ar, ruído, iluminação, e uso de materiais (Tabela 4.16).

Tabela 4.16: Bases de concepção para a ecologia e sinergia [79]

Áreas	**Descobertas**
Térmico	▪ Desconforto térmico foi identificado como a principal fonte de reclamações por parte dos ocupantes para a diminuição de produtividade. O termo desconforto térmico implica temperaturas que são demasiado altas, ou demasiado baixas, ainda que outros factores tenham influência como, o vestuário, rácio metabólico, nível de humidade e radiação, também influenciam as condições de conforto. ▪ Ainda que a temperatura do ar seja importante, a temperatura radiante, definida como a temperatura de toda as superfícies circundantes, é também relevante para o conforto térmico de uma pessoa. ▪ Controlar a temperatura radiante em oposição à introdução de ar condicionado, origina um ambiente mais confortável e mais eficiente do ponto de vista energético. Pode-se controlar o ambiente nas altas temperaturas durante o Verão e nas baixas temperaturas durante o Inverno, sem afectar os níveis de conforto. ▪ Quando a temperatura do ar pode estar num valor ideal, uma radiação solar tão baixa como 20% da imensidade máxima exterior pode causar desconforto térmico. ▪ Emissões radiantes de calor podem ser controladas pelo ajuste da emissividade de uma superfície ou pela utilização de materiais um baixo nível de coeficiente de emissividade. ▪ Nos ambientes quentes, um pequeno movimento de ar combinado com turbulência, aumenta o conforto térmico. ▪ Uma estratificação natural e da humidade, o que acontece em compartimentos com alto pé-direito, pode aumentar as condições de conforto nas zonas mais baixas, áreas ocupadas, enquanto o típico ar condicionado mistura a totalidade do volume do ar. ▪ Zonas semi-condicionadas de tampão, como os átrios, jardins de inverno, fachadas duplas acessíveis, aumentam o desempenho energético dos edifícios enquanto providenciam uma sensação térmica, que simula o corpo humano. ▪ Determinadas organizações dos compartimentos implicam uma determinada expectativa das condições térmicas. Um estrado de madeira com vegetação dá a impressão de se estar num espaço exterior, o que diminui as expectativas no conforto térmico, enquanto que uma zona de estar implica um ambiente totalmente condicionado do ponto de vista térmico.
Qualidade do ar	▪ A produtividade num local de trabalho pode aumentar até 7% com uma boa qualidade do ar e, quando controlado de forma individual, a produtividade aumenta até 13%. ▪ Fluxos de ar limitados reduzem ou excluem a recirculação do ar, uma das principais causas da síndrome dos edifícios doentes. ▪ Acesso livre a ar fresco exterior mesmo que esteja mais quente ou húmido que o ar exterior. Elementos operacionais de fachada com o exterior permitem um contacto directo com o ar fresco, iluminação natural e exposição ao ruído de modo a que uma pessoa não se sinta preza no interior dos edifícios. As pessoas têm uma aceitação maior às condições de clima interiores que variam das normas habituais se tiverem a capacidade de abrir as janelas. ▪ A utilização do ar para aquecer ou arrefecer os espaços é muito ineficiente, quando comparado com a água. Deste modo, preferência uso de sistemas para providenciar o suficiente de ar fresco e utilizar a água para aquecer e arrefecer os espaços. ▪ Em adição à circulação de ar fresco, a qualidade do ar interior é afectada por poluentes que emanam de fontes como os humanos, materiais do edifício, mobiliário, sistemas de ventilação, os quais reduzem de forma habitual a qualidade do ar fornecido em relação ao ar exterior. ▪ Ainda que os filtros tenham a intenção de limpar o ar, também o podem poluir se não forem mantidos de forma regular. ▪ Sistemas de distribuição longos e extensos reduzem dramaticamente a qualidade do ar, deste modo, caminhos de circulação curtos, como nos encontrados nos sistemas de fachada descentralizados, são preferíveis e mais fáceis de limpar.
{continua}	▪ Sistemas de ventilação descentralizados fornecem ar fresco ao nível dos ocupantes do

	edifício, o que evita a mistura de ar usado e ar novo, o que permite uma maior qualidade do ar com menos ar novo. ▪ Plantas criam um microclima interno de ar limpo. O ambiente interior é transformado num microcosmos de funcionam como os pulmões de um edifício. ▪ Infiltração é o factor incontrolável nas trocas interior e exterior do ar através de fendas e vazamentos através do invólucro do edifício. Grandes taxas de infiltração durante o Inverno resultam num clima seco interior mas originam grandes percas de energia. ▪ Tornando os edifícios estanques, há de ter a noção que se aumentam os níveis de humidade interior, o que origina a necessidade de que os edifícios estejam bem isolados para prevenir a condensação e o crescimento de bolores.
Ruído	▪ As fachadas duplas podem atenuar o ruído mesmo que uma janela interior esteja aberta para ventilação. ▪ Uma queda de água, em especial no átrio, cria um ruído de fundo positivo que cobre todos os outros sons, num acréscimo para providenciar privacidade. ▪ De forma a manter o fluxo de ar, pode-se fazer correr o ar ao longo de uma superfície absorvente, ou de forma mais eficaz, através de um labirinto absorvente, que pode ser integrado numa porção da parede. ▪ Poluição sonora causada põe sistemas mecânicos, quer exteriores como interiores, podem ser minimizadas ou evitadas em conjunto pela utilização no uso de sistemas passivos de fluxos de ar e arrefecimento.
Iluminação	▪ Estudos indicam que iluminação natural tem uma correlação na produtividade das pessoas, com aumentos entre 15 a 50%. ▪ Iluminação artificial produz duas vezes mais calor num compartimento que a iluminação natural. ▪ A iluminação natural é não trémula, cobre todo o espectro de onda de luz, varia de intensidade e é algo que o corpo humano necessita para o ritmo diário. ▪ Um simples lado de exposição solar pode providenciar um espaço com iluminação até uma profundidade de 2,5 vezes a altura de um compartimento. ▪ Edifícios com uma iluminação optimizada permitem uma autonomia de iluminação natural até 80%, permitindo o poupar de electricidade, mas também de ganhos de calor associados às fontes artificiais de iluminação, especialmente se equipados com equipamentos automáticos de iluminação natural. ▪ Os atributos positivos da iluminação natural compensam os efeitos negativos como o excesso de luminosidade, pontos de luz ou uma distribuição irregular da iluminação. ▪ Vidro puro permite uma transmissão de luz entre 70 e 90%, não é transparente às radiações de ondas longas que causam o efeito de estufa. Deste modo, mecanismos internos de sombreamento podem reflectir apenas luz do Sol directa, onde a radiação é captada no interior. ▪ Vidros com partículas microscópicas reflectem ou absorvem os componentes não visuais do espectro da radiação solar e, deste modo, activam uma relação máxima entre a luz e a energia num rácio de 2:1. ▪ Devido aos níveis de iluminação exterior entre um céu encoberto e um céu limpo podem variar num factor de dez ou mais, uma fachada óptima deve ser adaptativa às condições de alteração da iluminação exterior através de diversos mecanismos.
Materiais	▪ Massa térmica exposta, como elementos estruturais em betão, mitigam a amplitude das temperaturas interiores, pela distribuição do calor durante o dia e uma dissipação durante a noite. ▪ Áreas envidraçadas que fornecem iluminação natural e proporcionam vistas para o exterior são essenciais para a qualidade do espaço ocupado e uma qualidade interior. ▪ Revestimentos metálicos e meios adaptativos integrados de sombreamento permitem um desempenho dos envidraçados de modo a cumprir os desafios da transmissão natural, sombreamento, isolamento, atenuação do ruído, e segurança. ▪ Construções em membranas leves, que podem ser constituídas de diversas camadas com funções dedicadas e coberturas almofadadas com conteúdos metálicos são adaptáveis a diferentes requisitos, originando a possibilidade de criar ambientes interiores personalizados. ▪ Acabamentos e revestimentos metálicos, de baixa emissividade, reduzem as emissões de radiação do calor e reflectem as radiações de ondas longas, tendo o potencial de influenciar a percepção das temperaturas. ▪ Componentes contendo materiais específicos, armazenam energia numa temperatura constante, o que aumenta de forma significativa a capacidade de armazenagem de calor de uma parede ou cobertura.

4.1.3.3 Capacidade de sobrevivência passiva em edifícios

Após a devastação causada pelo furacão *Katrina*, a inclusão de princípios de preocupação, denominados de *New Orleans*, direccionados para dar resposta a uma capacidade de sobrevivência passiva nos edifícios, passou a ser acrescentada como novo elemento a alcançar, para a sustentabilidade, nos edifícios construídos em zonas de risco potencial [24].

Estes princípios incluem preocupações para a construção e operação de edifícios em situação de catástrofe, que possibilitem aos ocupantes uma sobrevivência pós-crise, pela possibilidade dos edifícios permitirem um continuar de operações fundamentais, como no fornecimento de energia e aquecimento, providenciar de água potável, possibilitar zona de cultivo para alimentação (Tabela 4.17).

Tabela 4.17: Princípios para capacidade de sobrevivência passiva em edifícios [24]

Princípios	**Acção**
Criação de edifícios resiliência a catástrofes	▪ Concepção e construção de edifícios com uma capacidade razoável para resistir a catástrofes e cheias.
Limites na construção em altura	▪ A maioria dos edifícios altos não pode ser utilizados em casos de falhas de abastecimento de electricidade total devido à sua dependência de elevadores e ar condicionado, ideal é uma altura máxima entre seis e oito pisos.
Conceber invólucros de alta performance	▪ Invólucro dos edifícios com um bom desempenho a nível térmico e envidraçados de alta performance, que assistam na manutenção de uma temperatura razoável no interior.
Minimizar cargas para o arrefecimento	▪ Uma orientação correcta, introdução de saliências, sombreamento e envidraçados de alto desempenho podem, minimizar as necessidades de aquecimento.
Providenciar a ventilação natural	▪ Introdução de elementos para uma ventilação natural, como o efeito de chaminé para a movimentação de ar, mesmo em edifícios que possuam ar condicionado, providencia ar fresco para os ocupantes.
Incorporação de aquecimento solar passivo	▪ Em climas onde o aquecimento possa ser fundamental para a sobrevivência, a massa térmica e o armazenamento térmico nas paredes pode ser utilizado para gerar energia térmica para aquecimento.
Proporcionar iluminação natural	▪ As mesmas estratégias para uso da iluminação natural para os edifícios sustentáveis funcionam para proporcionar iluminação em edifícios de capacidade de resistência às catástrofes.
Gerar água quente solar	▪ Sistemas térmicos solares associados a painéis fotovoltaicos que necessitam de ser instalados tomando em atenção os ventos fortes e a colisão com detritos.
Providenciar energia fotovoltaica	▪ Estes sistemas podem providenciar energia eléctrica durante falhas causadas durante catástrofes e, o recurso a baterias pode providenciar electricidade durante a noite.
Configurar o equipamento de aquecimento para operar com painéis fotovoltaicos	▪ Equipamentos de aquecimento a gás ou a óleo dependem em energia eléctrica para operarem e os equipamentos devem ser preparados para introdução de sistemas fotovoltaicos.
Quando apropriado, considerar aquecimento a lenha	▪ Em especial nas zonas rurais, queima não poluente de lenha, aquecimento de alvenarias ou fogões podem providenciar o aquecimento.
Armazenar água nos locais e considerar uso de cisternas para águas pluviais	▪ Armazenamento de água para uso alongado pode ser obtido através do recurso a cisternas. Armazenamento da água num local alto dos edifícios pode providenciar a pressão necessária para não se ter de recorrer a bombas.
Instalação de casas de banho de compostagem e secas	▪ Equipamentos que não necessitam do uso de água têm vantagens em situações de catástrofes.
Providenciar produção de alimentação	▪ Terrenos podem ser tratados para a plantação de árvores de fruto e arbusto de modo a gerarem uma fonte de alimentação em casos de emergência.

4.1.3.4 Planeamento global

O *City of New York Department of Design and Construction,* estabelece os seguintes princípios guia em direcção a edifícios de alto desempenho [80]:

+ Processo urbano

- **Planeamento programático:** Projectos são avaliados em relação a trabalhos passados e trabalhos futuros para garantir que temas globais de projecto são identificados, e que uma aproximação de projecto integrado não será excluída por limitações financeiras ou durante acções faseadas do projecto;
- **Selecção e planeamento do local implantação:** Atributos relacionados com o alto desempenho dos edifícios são considerações fundamentais na selecção do local de implantação e para a realização de um projecto de investimento de construção de um edifício. A adaptação ou reutilização de um edifício já existente pode eliminar a necessidade para uma nova construção. No contexto da comunidade de um local de implantação, o acesso aos serviços e transportes são tão importantes como os assuntos ambientais, como o acesso à iluminação natural, integração ou utilização de recursos renováveis;
- **Planeamento da orçamentação:** Durante a execução do processo de orçamentação, os objectivos para edifícios de alto desempenho serem compatíveis com os objectivos das agências de energia, o âmbito do projecto é identificado, e uma orçamentação apropriada para a concepção e construção, são estabelecidos para permitir que o projecto seja totalmente implementado.

+ Processo de concepção

- **Consciência do cliente e estabelecer de objectivos:** Objectivos de alto desempenho são avaliados e ressaltados para melhor responder às exigências e funções do cliente. Objectivos de desempenho são estabelecidos para salientar as funções enquanto se avança com os objectivos ambientais e económicos do projecto;
- **Desenvolvimento da equipa:** Enfoque da equipa é vital para o sucesso do projecto e será conseguido quando todos os participantes no processo de construção estejam comprometidos com uma participação activa. A equipa deve ser multidisciplinar, criativa e comprometida na resolução de problemas;
- **Concepção integrada:** A organização espacial do edifício deve estar informada e integrada com as características do local e as condicionantes climáticas. De forma colectiva, a concepção de vários sistemas interdependentes do edifício e do invólucro deve persuadir um desempenho óptimo a um baixo custo de ciclo de vida. Novas ferramentas estão disponíveis para apoiar e reforçar a integração;
- **Gestão de recursos:** Conservação de recursos inicia-se na totalidade da escala do projecto onde as oportunidades são maiores. Aplica-se de forma subsequente aos sistemas individuais dos edifícios e materiais que possam ser considerados para uma reutilização parcial ou total, ou para atribuição de valor aos materiais recuperados. Flexibilidade, adaptabilidade e espaços genéricos aumentam a utilização e longevidade do edifício de acordo com as alterações necessárias a realizar decorrer no tempo.

+ Planeamento e concepção do local de implantação

- **Entendimento do local:** Inventário e análise dos recursos, relações e obrigações do local para permitir aos projectistas o maximizar de eficiência energética, enquanto se conserva e se restabelecem os recursos ecológicos;

- **Relações edifício/local:** A concepção do local e do edifício deve apoiar as funções ecológicas e culturais da totalidade do empreendimento. Espaços exteriores bem concebidos criam microclimas sustentáveis que, por sua vez, reduzem o consumo de energia do edifício e apoiam a obtenção de uma qualidade de ar interior. O projecto como um todo deve ser concebido para minimizar os impactes negativos ambientais nas áreas circundantes e no maximizar das oportunidades de restabelecer para sistemas naturais;
- **Práticas paisagismo sustentável:** As características do paisagismo devem ser seleccionadas e configuradas para se ajustarem às condições do local e restabelecer os habitats, utilizando um paisagismo autosustentado e procedimentos de manutenção no local. Práticas devem promover a conservação e o restabelecer dos recursos biológicos existentes, como os recursos aquíferos, a diversidade das espécies, e a fertilidade dos solos;
- **Encorajar utilização de transportes alternativos:** O local deve oferecer um apoio de instalações para bicicletas, transportes colectivos, veículos eléctricos, e outras formas pouco poluentes de transporte.

+ Utilização de energia no edifício

- **Considerações do local e massa do edifício:** Ter em atenção as características físicas da localização do edifício, e do microclima, para redução das cargas de aquecimento e arrefecimento, e portanto reduzindo o consumo global de energia;
- **Organização espacial interior:** Um programa de organização espacial apropriado irá ajudar a reduzir o consumo de energia e promover a utilização de aquecimento e arrefecimento solar passivo;
- **Invólucro do edifício:** Uma montagem adequada de paredes, coberturas e fundações, e uma escolha de janelas e materiais, vão providenciar um bom controlo termal e da qualidade do ar, patrocinando reduções no consumo de energia do edifício. Um bom invólucro aproveita a energia natural através de uma utilização do passivo solar e técnicas e iluminação natural;
- **Iluminação natural/controlo solar:** Sempre que possível, uma iluminação controlada deve ser incorporada nos edifícios como modo preferencial de iluminação interior, para reduzir as cargas da iluminação, e custos de operação. Esta situação permite uma poupança na forma mais dispendiosa de consumo de energia, a electricidade;
- **Poluição pela iluminação:** Utilização de uma iluminação exterior sensível reduz a poluição enviada para o céu, entre os edifícios, e nos espaços abertos, evitando os impactes negativos nas plantas, animais e nas pessoas. Uma boa concepção da iluminação reduz os desperdícios de energia, enquanto aumenta as vistas nocturnas para o céu;
- **Iluminação de alto desempenho:** Um alto nível de eficiência na distribuição da iluminação, que aumente a qualidade visual enquanto se reduz a utilização de electricidade pode ser alcançado através de distribuições eficientes da iluminação, lâmpadas, luminárias, e outros componentes, em conjunto com controlos localizados de iluminação. Alertar para a utilização de equipamentos que minimizem a utilização de lâmpadas com materiais perigosos;
- **Sistemas eléctricos e de equipamento:** Estratégias eficientes de concepção, distribuição de sistemas de energia, e equipamento eléctrico, podem aumentar a eficiência da utilização de energia nos edifícios, e reduzir o consumo de energia e custos associados;
- **Fontes de energia:** Vários tipos de fonte de energia estão disponíveis actualmente. Após uma capitalização inicial pela utilização de técnicas de conservação passivas, integrar um equilíbrio de aquecimento solar, iluminação natural, ventilação natural, e outras fontes renováveis. Uma aproximação integrada à concepção do edifício reduz a produção de gases com efeito de estufa, *smog*, e chuvas ácidas, preserva os recursos naturais e abranda o delapidar de consumo dos recursos;

- **Sistemas mecânicos:** Sistemas mecânicos devem trabalhar de acordo com a forma do edifício, orientação, invólucro, estratégias de iluminação, equipamento eléctrico e características do local para reduzir a dependência da necessidade de energia proveniente dos combustíveis fósseis, e para aumentar a utilização de energias renováveis;
- **Gestão energética:** Gestão, calibração contínua e manutenção de sistemas relacionados com a energia são habitualmente negligenciados. Contudo, estes são uma forma de optimizar a vida e o desempenho dos sistemas e minimizar os danos causados pela utilização de combustíveis fósseis. Uma gestão eficaz das necessidades energéticas é um processo em duas etapas, que consiste, numa medição das cargas e da resposta do sistema. Calibração contínua de sensores e instrumentação ajuda a cumprir um melhor desempenho dos sistemas mecânicos em termos de utilização de energia.

+ Ambiente interior

- **Qualidade do ar interior:** Um nível saudável e confortável da qualidade do ar interior é o objectivo a atingir para todos os espaços ocupados, tal como uma boa qualidade do ar interior, apoia e realça, as actividades e o bem-estar dos ocupantes;
- **Fontes de iluminação:** Alcançar uma qualidade de iluminação que seja benéfica para as actividades dos edifícios e dos ocupantes pela combinação da iluminação natural com fontes complementares de iluminação eléctrica;
- **Controlo do ruído:** Criar um ambiente sonoro que seja saudável, confortável, e apropriado aos usos pretendidos pelo controlo do ruído e resolução acústica dos espaços;
- **Controlabilidade dos sistemas:** Alcançar um ambiente saudável e confortável, que seja fundamental para garantir que os grupos de utilizadores e pessoal da manutenção possam operar conscientemente os sistemas dos edifícios e os equipamentos. O máximo de controlo possível deve ser dado aos utilizadores individuais sem comprometer a eficácia e o controlo eficiente de todo o sistema.

+ Selecção de materiais e produtos

- **Selecção para um ambiente interior saudável:** Objectivos globais da qualidade do ar interior podem ser alcançados pela especificação e instalação de materiais benignos ou materiais com certificação sustentável. Estes incluem materiais e produtos com propriedades tóxicas mínimas, que não libertam poeiras ou fibras, não absorvem poluentes que são mais tarde libertados, originando queixas dos utilizadores e ocupantes;
- **Selecção da eficiência dos recursos:** Uma eficiência de recursos pode ser conseguida através de estratégias de concepção consciente e pela selecção materiais com características ambientais. Estas medidas podem conservar os recursos naturais enquanto minimizam o gerar de desperdícios e de poluição durante a construção. Uma hierarquia de redução, reutilização e reciclagem pode servir como guia para decisões relacionadas com a eficiência dos recursos;
- **Selecção para benefícios externos ambientais:** A selecção e utilização de materiais de preferência ambiental geram benefícios que excedem o âmbito do edifício. Produtos produzidos e instalados de um modo sustentável ajudam a reduzir a poluição a nível local, regional e global.

+ Gestão da água

- **Minimizar o consumo da água doméstica:** Uma selecção apropriada de instalações, tubagens, equipamento, e acessórios, para minimizar o consumo final de água doméstica enquanto se conserva a disponibilidade e a qualidade da água;

- **Qualidade da água:** Todos os projectos devem garantir uma qualidade da água potável óptima, que seja segura e agradável em termos de sabor, cor e odor;
- **Reutilização da água:** Para conseguir os objectivos globais da conservação da água é importante limitar a utilização de água potável a utilizações onde esta não seja necessária, onde, uma reutilização e recuperação de água deve ser encorajado e facilitado sempre que possível.

+ Administração da construção

- **Considerações ambientais da comunidade:** Renovações e as novas construções devem ser realizadas com o mínimo de perturbação, quer para a comunidade como para o ambiente. Uma administração atenciosa pode minimizar danos no local de construção e áreas circundantes, incluindo os solos, recursos aquíferos, e a qualidade do ar. A construção dos projectos deve promover a percepção dos edifícios de alto desempenho sustentável como boa vizinhança;
- **Saúde e segurança:** Trabalhadores de construção e ocupantes dos edifícios necessitam de uma protecção aos poluentes produzidos durante a construção, como a componentes voláteis orgânicos, partículas, poeiras, e outros contaminantes e odores contidos no ar;
- **Gestão dos desperdícios da construção e demolição:** Técnicas de gestão dos desperdícios da construção e demolição desviam materiais dos fluxos dos aterros, preservando recursos valiosos e espaço. Gestão de desperdícios de construção e demolição incluem a demolição de edifícios, fragmentos de materiais e, componente como portas, iluminação, embalagens de materiais, materiais perigosos, e vários desperdícios como garrafas, latas ou papeis.

+ Avaliação qualidade

- **Sistemas de operação totalmente integrados:** Actividades de avaliação de qualidade transformam os diversos sistemas de um edifício, num todo integrado. Durante a realização de testes e protocolos de desempenho, um agente de avaliação superintende a equipa de projecto para verificar se os sistemas foram bem concebidos e apropriadamente instalados, testados na sua funcionalidade e, treino do pessoal de manutenção para operar e conservar as instalações de acordo com as intenções de conformidade;
- **Avaliação dos edifícios existentes:** Na renovação de um edifício ou infra-estrutura, a avaliação de qualidade deve ser realizada nos sistemas afectados ou partes de sistemas de um modo abrangente.

+ Operação e manutenção

- **Operação e manutenção dos sistemas do edifício:** Práticas de operação e manutenção que garantam que a totalidade dos sistemas de um edifício estão na máxima extensão de eficiência e, vá ao encontro dos níveis especificados de desempenho energético e qualidade do ar interior, através de uma calendarização de manutenção e limpeza, para promover uma economia dos sistemas enquanto promove a saúde e o conforto dos ocupantes;
- **Operações eficientes e saudáveis:** Redução da exposição humana aos perigos físicos e químicos, aos odores associados aos produtos de limpeza e pesticidas, que pode ser alcançado através de operações mediadas que utilizam métodos apropriados e produtos de limpeza de baixa ou nenhuma toxicidade;
- **Prevenção e reciclagem de desperdícios:** Redução, reutilização e reciclagem de desperdícios sólidos, líquidos e alimentares da vida diária das operações e actividades dos edifícios e actividades relacionados com o alto desempenho das estratégias de operação, para uma eficaz promoção da conservação de recursos. Decisões relacionadas com a aquisição de produtos e serviços contribuem para uma prevenção dos desperdícios.

4.2 Optimização para a Eficiência

Edifícios e usos associados são responsáveis por uma grande parte da carga ambiental produzida pela humanidade [81]:

- 42% de todo o consumo de energia;
- 40% da todas as emissões atmosféricas;
- 30% de todas as matérias-primas utilizadas;
- 25% no consumo de água;
- 25% de desperdícios sólidos;
- 20% de desperdícios líquidos.

4.2.1 Princípios e orientações

+ Uso de energia nos edifícios

Os edifícios, por eles próprios, não necessitam de energia. O objectivo é que os edifícios providenciem condições confortáveis para os ocupantes e uma optimização de processos.

Razões pelas quais é preferível um controlo passivo [81]:

- **Económico:** A operação de controlos activos custam dinheiro, um controlo passivo é mais económico, mesmo se o custo de investimento seja mais alto, o que não é o caso;
- **Ambiental:** Controlos activos utilizam energia, uma redução ou, o evitar no uso destes controlos conduz à conservação de energia, portanto à conservação de recursos e a uma redução de emissões;
- **Estético:** Um edifício concebido para se adaptar ao clima do local deverá estar de acordo com o ambiente do ponto de vista formal.

+ Conservação de energia

Termo que se refere à conservação de fontes de energias convencionais e não renováveis, também utilizado o termo de uso racional de energia aplicado, a todas as formas de energia.

O uso de energia nos edifícios é determinado por quatro tipo de decisões [81]:

- **Estabelecer de critérios ambientais:** Tentativa de conservação de energia não significa uma diminuição de critérios, mas o estabelecer de normas razoáveis;
- **Formas e estrutura dos edifícios:** Implicações nos edifícios das condicionantes do ambiente térmico, luminoso, sónico, e na utilização de recursos;
- **Instalação controlos ambientais:** Quantificação e concepção de sistemas de engenharia com o objectivo de obter uma maior eficiência e evitar desperdícios de energia;
- **Escolha das fontes de energia, incluindo as renováveis:** Escolha de opções por parte do cliente e suportada por questões económicas.

4.2.1.1 Fisiologia humana e edifícios

+ Conforto

Através da combustão lenta de proteínas, gordura, e hidratos de carbono, utilizam o oxigénio inalado, os humanos produzem calor, que deve ser dissipado de modo a manter a temperatura interna do corpo constante.

A dissipação de calor ocorre de diversas formas [1]:

- Convecção e condutiva;
- Radiação de calor;
- Evaporação;
- Expiração;
- Excreção.

+ Conforto térmico

O conforto térmico é definido pelas zonas de conforto nas quais as pessoas se sentem mais confortáveis. Nestas zonas, o balaço térmico no corpo é mantido, apesar das diferentes influências fisiológicas do meio ambiente.

Muitos factores influenciam o conforto, é portanto impossível estabelecer limites bem definitivos. O conforto é o produto de interacção entre vários factores, que incluem [1]:

- Género;
- Saúde;
- Nutrição;
- Idade;
- Estação do ano;
- Tipo de trabalho.

Há factores que se determinam em parte pela própria construção de um edifício, tal como a ventilação e a temperatura dos compartimentos. Estes elementos são [1]:

- Temperatura do ar;
- Temperatura ambiente;
- Humidade;
- Velocidade do ar;
- Vestuário.

+ Conforto higiénico

O conforto higiénico não é definido por nenhuma norma. Descreve a qualidade do ar e a influência de diversos factores ao nível do conforto num determinado compartimento. De modo geral, o pó tem efeito pouco adverso nos níveis de conforto em compartimentos domésticos ou de trabalho bem limpos. Efeitos desfavoráveis ocorrem em locais de produção ou manufactura onde um pó fino é produzido em grandes concentrações [1].

Nos compartimentos de habitação ou escritórios, a expiração e transpiração humanas são apenas um factor em adição à evaporação de partículas do mobiliário, carpetes, papel de parede, tinta das paredes, e restantes materiais de construção.

+ Compatibilidade electromagnética

A compatibilidade electromagnética é o grau de interferência de radiação a partir de um aparelho, e define os níveis de mediação que outros aparelhos devem ser capazes de suportar. O objectivo é o evitar a interferência entre diferentes aparelhos ou impedir o seu funcionamento.

Enquanto a compatibilidade electromagnética se refere aos aparelhos e electrodomésticos, a compatibilidade electromagnética ambiental é utilizada no contexto dos humanos e dos animais. Há três tipos de campos [1]:

- **Campos eléctricos:** Surgem do fornecimento de voltagem, têm uma fonte e um decaimento e, podem ser evitados com meios simples, através de plantas ou placas de metal;
- **Campos magnéticos:** Formam-se quando a electricidade corre através de um condutor, não têm uma fonte ou um decaimento, são circuitos fechados e não podem ser alvo de protecção;
- **Campos electromagnéticos:** São criados a partir da radiação de ondas electromagnéticas. Os riscos para a saúde humana ainda não estão totalmente estabelecidos, recomendações existem que efeitos na saúde podem ocorrer caso haja uma exposição durante um longo período.

Campos magnéticos e electromagnéticos nos edifícios ocorrem em áreas onde um alto desempenho eléctrico está presente e é passível de ser transmitido. Estes campos terão de ser alvo de atenção, no evitar de colocação de equipamento perto dos locais de permanência das pessoas (Tabela 4.18).

Tabela 4.18: Representação sistemática dos factores de conforto [8]

Conforto	
Condições físicas	**Térmicas**
	▪ Temperatura do ar interior. ▪ Temperaturas de superfícies. ▪ Humidade do ar interior. ▪ Movimentos de ar.
	Acústicas
	▪ Frequências. ▪ Nível de ruído. ▪ Tempos de reverberação.
	Visual
	▪ Iluminação, contraste e ângulo da luz. ▪ Brilho e distribuição da luminância. ▪ Cores, padrões e, tradução das cores.
	Olfacto
	▪ Odores desagradáveis. ▪ Dióxido de carbono e outros gases. ▪ Poeira. ▪ Pressão do ar.
	Outras
	▪ Cargas estáticas do ar interior. ▪ Vestuário.
Condições intermediárias	▪ Actividade. ▪ Adaptação e aclimatização. ▪ Ritmos diários e anuais. ▪ Ocupação dos compartimentos. ▪ Factores psicossociais. ▪ Estado de saúde, constituição.
Condições psicológicas	▪ Ajuste físico. ▪ Género. ▪ Idade. ▪ Influências étnicas. ▪ Tipo de alimentação.

4.2.1.2 Requisitos de concepção

O ponto de partida na concepção de um edifício é o examinar dos requisitos funcionais e circunstâncias impostas pela sua localização. Têm uma influência crucial nas fases seguintes de concepção e afectam o uso de energia, clima interior, função, e viabilidade económica de um edifício (Tabela 4.19).

Tabela 4.19: Requisitos e efeitos nos processos de concepção [82]

	Conceito	**Concepção inicial**	**Concepção final**	**Concepção específica**
Energia	▪ Ganhos solares. ▪ Invólucro do edifício.	▪ Necessidade energia de aquecimento. ▪ Electricidade utilizada para iluminação. ▪ Recuperação de calor. ▪ Necessidade energia de arrefecimento.	▪ Energia regenerativa. ▪ Necessidade de sistemas de energia. ▪ Necessidade de energia de arrefecimento. ▪ Necessidade de energia de aquecimento.	▪ Electricidade utilizada para iluminação. ▪ Ganhos solares. ▪ Necessidades de energia para arrefecimento. ▪ Necessidade de energia para aquecimento.
Clima interior	▪ Isolamento.	▪ Conforto no Verão. ▪ Decaimento de ar frio. ▪ Assimetria na radiação.	▪ Massa térmica de armazenamento. ▪ Optimização da ventilação nocturna.	▪ Dinâmica térmica ▪ Decaimento de ar frio. ▪ Assimetria na radiação. ▪ Dissipação secundária de ar. ▪ Fornecimento confortável de ar.
Função	▪ Provimento de iluminação natural. ▪ Vento. ▪ Ruído.	▪ Luminosidade. ▪ Tipo de ventilação. ▪ Ruído. ▪ Vistas para o exterior. ▪ Iluminância.	▪ Acústica das salas. ▪ Capacidade de controlo. ▪ Redirecção da iluminação. ▪ Temperatura dos sistemas.	▪ Funcionalidade ▪ Abrangência. ▪ Influencia dos utilizadores. ▪ Custos de manutenção.

4.2.1.3 Elementos da concepção optimizada

Uma correcta concepção de um edifício obedece à necessidade de entendimento das consequências da aplicação de diversas opções [82].

+ Orientação

A orientação é influenciada pelo planeamento urbano e as características do lote. Em princípio as melhores escolhas são entre conceber um alinhamento Norte-Sul ou Este-Oeste, um edifício com uma altura uniforme ou um edifício sem orientação dominante. A orientação tem uma influência considerável na entrada da radiação solar no Verão e no Inverno, na protecção ao ruído e resposta ao vento. A influência da orientação reduz as proporções das áreas envidraçadas.

+ Posição do edifício

Na disposição dos compartimentos ocupados nas faces que se opõem às vias principais diminui a necessidade de resposta aos ruídos, a ventilação natural é melhor conseguida, e a construção da fachada fica mais simples.

+ Altura do edifício

A altura do edifício é influenciada pelo tamanho do lote, a densidade geral do empreendimento e a imagem desejável para o edifício. A construção em altura afecta respostas ao vento, complexidade das soluções de engenharia, conceitos de combate aos incêndios, construção de protecção solar, e nos conceitos de ventilação.

+ Forma do edifício

A forma do edifício é influenciada pelo conceito do planeamento urbano e a forma do lote. Formas básicas incluem blocos individuais, conectados, tal como edifícios com características que introduzem iluminação ou ventilação no seu interior através de pátios e átrios. A forma dos edifícios influência o rácio da superfície área/volume e interage com as necessidades de energia para aquecimento e arrefecimento, acesso da iluminação natural e de radiação solar e nas opções de ventilação.

+ Conceito de fachada

O conceito de fachada é influenciado pela altura do edifício e resposta ao ruído. As fachadas podem ser de conceito simples ou duplas, ou uma combinação de ambas. O tipo de fachada tem um efeito na construção da protecção solar e na possibilidade de ventilação natural.

+ Proporção das áreas envidraçadas

É influenciada pela provisão da iluminação natural e o desejo de transparência. As proporções comuns das janelas variam entre 30 a 90%. A proporção da área das janelas tem um efeito na entrada da luz solar no Verão, ganhos passivos solares no Inverno e a provisão de iluminação natural. Interage com a construção da protecção solar, qualidade do vidro, e orientação.

+ Protecção solar

A definição da protecção solar a utilizar é fortemente determinada pela exposição ao vento e a proporção das áreas envidraçadas. Há a possibilidade de escolha de uma protecção solar pelo interior, exterior, ou de sistemas que funcionam entre os envidraçados. Entre os sistemas há diferenças entre a quantidade de admissão da radiação solar, investimento inicial, e custos de manutenção. A provisão de iluminação natural, conforto visual e vistas para o exterior estão inter-relacionados. Controlo solar durante o Verão tem uma influência considerável no desempenho dos edifícios.

+ Posicionamento da protecção solar

O posicionamento da protecção solar é determinado pelo vento, orientação do edifício e proporção das áreas envidraçadas. Sistemas colocados pelo interior e aqueles colocados nas cavidades do vidro não são afectados pelo clima e, deste modo, adoptados para utilização em edifícios altos. Estão também associados a baixos custos de manutenção. Sistemas fixos são apenas possíveis de utilização na orientação Sul. O posicionamento da protecção solar determina a proporção máxima possível de área de envidraçados.

+ Qualidade do vidro

Influenciado pela proporção da área de envidraçados e o conforto térmico. Há a opção de escolha entre uma utilização com isolamento com vidros duplos ou triplos, o que oferece diferentes percas de transmissão de calor, valores de transmissão de energia ou de acesso solar. A qualidade do vidro interage com os conceitos da qualidade ambiental dos compartimentos.

+ Fornecimento de ar pré-aquecido

A utilização de ar pré-aquecido utilizando energia local pode reduzir as percas através da ventilação. O fornecimento de ar pré-aquecido até 10 ºC reduz o efeito da necessidade de grandes taxas de mudança de ar.

+ Exigências de isolamento

Os requisitos para o isolamento são definidos pelo nível desejado de exigência energética. A qualidade e dimensão do isolamento têm um efeito nas necessidades de aquecimento e arrefecimento, tipos de sistemas energéticos a utilizar, temperaturas interiores, e no conforto global dos compartimentos. Mesmo nas cargas internas, o isolamento térmico tem uma grande influência, mas o efeito absoluto nas necessidades energéticas diminui.

+ Mudanças e ar no Inverno

Os rácios necessários de mudança de ar no Inverno são determinados pelo tamanho dos compartimentos, o número de ocupantes, as emissões do equipamento, e dos materiais de construção. Uma baixa taxa de mudança de ar é do interesse da eficiência energética, deste modo, as trocas de ar nos compartimentos devem ser minimizadas. A taxa de troca de ar determina as necessidades de energia e sistemas de climatização e, estes devem tomar em conta os ganhos térmicos do interior dos compartimentos.

+ Estratégias de ventilação no Verão

Ventilação no Verão pode retirar o calor dos compartimentos. Pode igualmente introduzir calor nos edifícios se a temperatura exterior for mais alta do que nos compartimentos interiores. Este efeito é contudo sobrestimado, já que a quantidade de calor que entra nos edifícios através da ventilação é baixo, devido às pequenas diferenças de temperatura envolvidas. Com uma estratégia de ventilação adequada as horas de sobreaquecimento no alcance das temperaturas mais baixas pode ser reduzido, a influência de uma estratégia de ventilação é reduzida em relação à necessidade de temperaturas mais altas dos compartimentos.

+ Ventilação nocturna

Este tipo de ventilação pode ser utilizada para remover calor do edifício recorrendo ao ar nocturno mais fresco. Esta acção representa um método de arrefecimento de baixo custo. O desempenho de uma ventilação nocturna é influenciada pelo clima, baixas temperaturas nocturnas favoráveis tal, como uma localização em altitude.

+ Infiltração nas mudanças de ar nocturno

Se pequenas aberturas para ventilação nocturna não poderem ser instaladas nas fachadas, um nível mínimo de mudança de ar deve ser implementado. Mesmo pequenas taxas de mudança de ar podem produzir uma melhoria considerável do clima dos compartimentos em comparação a um edifício totalmente estanque.

+ Ventilação nocturna e massa de armazenamento térmico

O controlo da massa de armazenamento térmico tem uma influência considerável no potencial de arrefecimento nocturno. Uma boa ventilação nocturna necessita de uma construção semi-pesada. Uma construção leve não gera condições confortáveis mesmo com grandes taxas de troca de ar. Em combinação com grandes taxas de troca de ar, uma construção pesada, tectos e paredes sólidas, conseguem um bom clima interior no Verão.

+ Compartimentos de canto

Compartimentos colocados nos cantos dos edifícios desfrutam de uma iluminação melhorada na profundidade dos compartimentos e uma opção de ventilação cruzada. As necessidades energéticas aumentam devido ao aumento da área de exposição. O aumento considerável de entrada de radiação solar tem um efeito negativo no Verão para as condições climáticas dos compartimentos. Alguns meios para limitar a entrada de radiação solar devem ser considerados para os compartimentos nos cantos dos edifícios.

+ Compartimentos transversais

Com a iluminação a entrar de dois lados opostos, a variedade das características espaciais destes compartimentos, em particular nas orientações Norte-Sul, produzem condições menos extremas. As necessidades energéticas são idênticas às dos compartimentos de orientação individual. Compartimentos transversais têm vantagens em termo de climatização, em especial nas orientações Este-Oeste.

+ Materiais de mudança de fase

Este tipo de materiais podem tomar o lugar na função de massa de armazenamento térmico, em particular em edifícios altos com necessidade de uma grande flexibilidade, e em projectos de reabilitação. Em comparação a uma convencional utilização da massa para efeitos térmicos, os utilizadores experienciam um aumento acentuado na temperatura até que o ponto de mudança de fase é alcançado.

+ Componentes activados termicamente

Estes componentes representam um modo eficaz de condicionar o clima de um compartimento. Tectos com água a circular através destes podem operar de forma contínua ou apenas durante a noite. O desempenho está dependente do período de operação e os níveis de temperatura de ar permitidos. Em combinação com uma boa protecção solar, componentes activados termicamente podem garantir que as temperaturas dos compartimentos se mantenham constantes durante longos períodos de tempo.

Tabela 4.20: Objectivos e medidas para uma optimização eficiente do invólucro dos edifícios [8]

Objectivos	**Medidas**
Manter e ganhar calor	▪ Optimização das superfícies e geometria do invólucro; invólucro compacto, por zonas, e resposta térmica. ▪ Isolamento térmico dos componentes opacos; escolha de materiais, isolamento e pontes térmicas. ▪ Isolamento térmico dos componentes transparentes; proporção do envidraçado, qualidade do vidro. ▪ Uso passivo da radiação solar; zonas para-choque, isolamento térmico transparente, massa térmica. ▪ Minimizar percas de calor pela ventilação; rácios de mudança de ar, recuperação de calor, pré-aquecimento de entrada, qualidade do ar. ▪ Ganhos energéticos térmicos solares activos; colectores de cobertura, colectores de fachada.
Evitar o sobreaquecimento	▪ Redução da transferência de calor; isolamento térmico, temperatura de superfície, retardamentos. ▪ Redução da chegada da radiação solar; medidas construtivas, vidros especiais, sistemas de sombreamento. ▪ Massa térmica e ventilação; libertação de energia térmica armazenada, pré--condicionamento do ar de entrada.
Ventilação descentralizada	▪ Ventilação natural; ventilação através das janelas, o uso do vento, correntes térmicas. ▪ Unidades mecânicas colocadas nas fachadas; elementos de ventilação em painéis, convectores sob pavimentos, ventilação pelas caixilharias.
Uso da iluminação natural	▪ Optimização geométrica; geometria dos compartimentos e dos edifícios, proporcionalidade dos envidraçados, organização dos envidraçados. ▪ Sistemas de iluminação natural; transparência, translúcida, reflexão, redirecção e transporte da luz.
Gerar electricidade	▪ Invólucro de edifícios com painéis fotovoltaicos; fachadas fotovoltaicas, coberturas fotovoltaicas, sombreamento solar. ▪ Tecnologia solar e invólucro de edifícios; segregação, incorporação, união. ▪ Tecnologia solar e arquitectura; adição, integração e adaptação.

4.2.2 Concepção para a energia

4.2.2.1 Ajudas de planeamento

Como apoio a uma concepção para a energia, apresentam-se fases do processo e temas para o desenvolvimento de conceitos de energia de acordo com etapas para arquitectos e engenheiros [8].

+ Fase um: Clarificação da tarefa de concepção

- Definir critérios e benchmarks de energia;
- Pesar eficiência do invólucro do edifício e os serviços do edifício;
- Estratégia de projecto de eficiência energética.

+ Fase dois: Planeamento preliminar

- Optimizar o rácio área/volume;
- Optimizar a orientação;
- Optimizar os ganhos solares;
- Conclusão do invólucro do edifício;
- Verificar pontes térmicas;
- Seleccionar sistemas energia.

+ Fase três: Concepção final e preparação autorizações de construção

- Integrar os equipamentos e serviços logo na concepção do edifício;
- Concepção detalhada do invólucro do edifício;
- Determinar os valores "U" de todos os componentes exteriores;
- Reduzir as pontes térmicas.

+ Fase quatro: Desenhos de trabalho, propostas, entrega de contratos, gestão da construção

- Optimizar o rácio área/volume;
- Verificar a qualificação dos construtores;
- Monitorizar a qualidade de isolamento dos materiais a utilizar no edifício;
- Monitorizar a estanquicidade dos sistemas utilizar;
- Verificar a qualidade da eficiência energética.

Tabela 4.21: Assuntos que influenciam a filosofia das concepções para a eficiência energética [83]

Invólucro do edifício	Serviços do edifício	Factores humanos
▪ Exclusão do clima ou receptivo ao clima? ▪ Utilizar estrutura do edifício para armazenamento térmico? ▪ Térmica pesada ou leve? ▪ Edifícios profundos ou estreitos? ▪ Muitos envidraçados ou poucos envidraçados? ▪ Janelas fixas ou capacidade de abertura?	▪ Serviços pesados, modo misto ou soluções passivas? ▪ Utilização de iluminação natural e/ou ventilação? ▪ Sistemas/controlos complexos ou simples? ▪ Utilização de critérios flexíveis de conforto? ▪ Utilização de recuperação de calor e arrefecimento grátis? ▪ Utilização combinada de calor e potência?	▪ Equilíbrio entre uma automação central e controlo local dos ocupantes? ▪ Receptivo à ocupação/actividades ou sistemas fixos? ▪ Os ocupantes querem bandas de conforto apertadas ou largas? ▪ Facilidade ou dificuldade de administrar? ▪ Facilidade ou dificuldade para manter? ▪ Permitir para flexibilidade futura?

Uma visão holística das concepções com preocupações climáticas como esforço cooperativo entre arquitectos e engenheiros deverá resultar num edifício optimizado. Uma avaliação das condições específicas para os edifícios necessitam de ser tomadas em todas as fases dos projecto de concepção, já que apenas uma análise acurada permite avaliar as oportunidades na utilização dos recursos naturais, na resposta aos padrões de ventos dominantes, radiação solar, temperaturas ambiente, águas pluviais, águas subterrâneas, e temperatura dos solos (Tabela 4.22).

Tabela 4.22: Assuntos relativos à integração da estrutura com os serviços dos edifícios [83]

Arrefecimento	*Edifícios profundos podem necessitar de um maior arrefecimento e de ventilação mecânica.*	*Considerar localizar zonas frias nas fachadas Norte para reduzir o potencial das cargas de arrefecimento.*	*Minimizar os ganhos solares.*	*Minimizar os ganhos solares.*	*Ter em conta compartimento para arrefecimento no Verão, estanque ao ar no Inverno.*	*Armazenar calor na massa térmica e efeito nos tempos de resposta.*
Aquecimento	*Edifícios profundos reduzem áreas percas calor.*	*Colocar menos elementos de aquecimento nas fachadas Norte para reduzir as percas de calor.*	*Contributo dos ganhos solares para o aquecimento.*	*Minimizar percas de calor pelos átrios, evitando o aquecimento*	*Minimizar as infiltrações de ar para reduzir as percas por calor.*	*Armazenar calor na massa térmica e efeitos nos tempos de resposta.*
Iluminação eléctrica e iluminação natural	*Edifícios estreitos para potencializar máximo de penetração da iluminação natural.*	*Calcular ângulos solares e utilizar iluminação Norte ou sombreamento para limitar os ganhos solares.*	*Aumento dos envidraçados aumenta a iluminação natural mas pode também aumentar os ganhos solares e a necessidade protecção solar.*	*Utilização dos átrios aumenta iluminação natural.*		
Ventilação natural	*Edifícios estreitos para permitir ventilação natural.*	*Puxar ar a partir das fachadas Norte para adquirir ar fresco.*	*Ventilação depende no número de janelas não fixas.*	*Utilização dos átrios encoraja circulação do ar natural.*	*Selar invólucro dos edifícios e permitir apenas uma ventilação controlada.*	*Utilizar os efeitos da massa térmica em resposta às condições externas do edifício.*
Ventilação mecânica e ar condicionado	*Considerar edifícios estreitos com modos mistos para permitir ventilação natural em determinados períodos.*	*Orientação para evitar ganhos solares.*	*Redução da percentagem dos envidraçados para minimizar os efeitos dos ganhos solares no ar condicionado.*	*Considerar átrios com um modo misto para permitir ventilação e iluminação natural em determinados períodos.*	*Garantir que o invólucro do edifício está selado.*	*Utilizar os efeitos da massa térmica em resposta ao tempo do ar condicionado.*
	Projectos em profundidade	**Orientação**	**Percentagem de envidraçado**	**Átrios e lucernas**	**Estanquicidade ao ar**	**Resposta térmica**

Seleccionar temas no eixo (x) e no eixo (y) e verificar o nível de interacção

Podem-se considerar dois tipos de ajudas de planeamento às concepções pela energia, umas de cariz estático, relacionadas com preocupações de aquecimento, arrefecimento e das necessidades anuais de energia, outras, dinâmicas, que incluem estratégias de simulação (Tabela 4.23).

Tabela 4.23: Perspectiva geral das ajudas de planeamento [8]

Cálculo/Simulação	Aplicação	Resultado
Ajudas planeamento estático		
Aquecimento	▪ Determinar o máximo de carga de aquecimento nos casos mais desfavoráveis para dimensionar os elementos de saída e instalações mecânicas.	▪ Carga aquecimento [W].
Arrefecimento	▪ Determinar o máximo de carga de arrefecimento nos casos mais desfavoráveis para dimensionar os elementos de saída e instalações mecânicas.	▪ Carga arrefecimento [W].
Necessidades anuais de energia	▪ Determinação das quantidades anuais de energia para diversos serviços de energia de acordo com métodos de cálculo definidos.	▪ Requisitos aquecimento [kWh/m^{2}a]. ▪ Requisitos energias primárias [kWh/m^{2}a] para aquecimento, água quente, ventilação, iluminação, e arrefecimento.
Ajudas planeamento dinâmico		
Simulação térmica	▪ Determinação do comportamento termodinâmico dos componentes e do edifício para avaliar as condições de conforto, quantidades de energia anual, e serviços de energia.	▪ Cargas de aquecimento [W]. ▪ Cargas de arrefecimento [W]. ▪ Temperatura do ar [C]. ▪ Temperatura de superfície [C].
Simulação iluminação natural	▪ Determinar a situação da iluminação nos compartimentos e edifícios para uma optimização da iluminação natural e artificial.	▪ Duração do sombreamento/exposição à luz solar. ▪ Distribuição da luminância. ▪ Intensidade.
Simulação de fluxos	▪ Determinação dos fluxos através dos compartimentos e dos edifícios para uma avaliação das condições de conforto, tais como as concentrações de poluentes, e as velocidades do ar.	▪ Velocidades locais do ar. ▪ Taxas da dinâmica das mudanças de ar.
Simulação de instalações	▪ Determinar o rendimento de energia dos serviços do edifício para uma avaliação da eficiência energética da concepção dos componentes, de modo a optimizar os sistemas de controlo.	▪ Produção a partir de sistemas fotovoltaicos. ▪ Produção a partir de sistemas solares térmicos. ▪ Eficiência nas bombas de calor. ▪ Eficiência da combinação entre calor e potência.
Simulação de sombreamento	▪ Determinação do sombreamento causado por outras partes dos edifícios e outros edifícios num enquadramento urbano, para edifícios e compartimentos.	▪ Causas e efeitos da iluminação e sombreamento no decurso dos dias/anos.

4.2.2.2 Fornecimento de energia em edifícios

O desenvolvimento de um conceito de fornecimento de energia para os edifícios deve apenas ser iniciado quando as exigências energéticas baseadas nos componentes dos edifícios possam ser quantificados. De forma ideal, um edifício correctamente concebido com os processos construtivos mais apropriados, deve permitir longos intervalos com operações não activas, e ainda providenciar condições confortáveis interiores durante todas as estações do ano (Tabela 4.24).

Tabela 4.24: Componentes dos edifícios e funções para propósitos energéticos [8]

Componentes	Função primária	Funções adicionais
Área externa	▪ Acesso e circulação funcional, parqueamento, recriação.	▪ Pavimento como intercâmbio de calor, melhoramento microclimático recorrendo a vegetação e à água, sombreamento, protecção do vento, impermeabilização mínima dos solos, uso das águas pluviais.
Fundações	▪ Suportar do edifício.	▪ Massa térmica como construção ventilada para condicionar o ar fresco, fundações em estacas para explorar o aquecimento geotérmico.
Laje térrea	▪ Impermeabilização à água, requisitos estruturais, fundações.	▪ Grande qualidade térmica devido aos materiais multifuncionais de isolamento capazes a resistir a cargas pesadas, integração de meios de transferência de calor de ar e água.
Paredes exteriores	▪ Protecção contra os elementos, ruído, calor, e o frio.	▪ Grande qualidade térmica e hermética ao ar pela redução dos sistemas técnicos para aquecimento e arrefecimento, integração de entradas de ar, integração de sistemas de energia solar para electricidade e aquecimento.
Janelas	▪ Iluminação natural, ventilação natural, vista do mundo exterior.	▪ Grande qualidade térmica e hermética ao ar pela redução dos sistemas técnicos para aquecimento, iluminação natural, e optimização de energia dada a organização, tamanho, e selectividade dos envidraçados, controlo solar com pára-sol, e protecção da luminosidade, para minimizar a necessidade de arrefecimento, integração de entradas de ar, sistemas fotovoltaicos integrados nos vidros.
Cobertura	▪ Protecção contra os elementos, drenagem águas pluviais, términos superior da estrutura.	▪ Grande qualidade térmica e hermética ao ar pela redução dos sistemas técnicos para aquecimento e arrefecimento, efeitos microclimáticos com coberturas verdes, diminuição da amplitude da temperatura, iluminação natural, integração de sistemas energia solar.
Átrio	▪ Espaço útil protegido dos elementos, circulação interna.	▪ Fonte de calor com o propósito de aquecimento e arrefecimento passivo dos compartimentos adjacentes, pára-choques climático, optimização no uso da iluminação natural, componente nos conceitos de ventilação como distribuidor ou colector de ar, sinergia entre exaustão de ar e respiradouros de fumos.
Escadas	▪ Circulação vertical interna, vias de fuga.	▪ Ventilação dos edifícios através de correntes naturais.
Paredes interiores	▪ Organização interna, separação de compartimentos, protecção contra incêndios, requisitos estruturais.	▪ Aumento da capacidade do armazenamento térmico para diminuição da amplitude da temperatura, escolha das características dos materiais e superfícies, em conjugação com uma optimização da iluminação natural e acústica, integração das fugas de ar para ventilação, aquecimento nocturno da massa térmica.
Tectos suspensos	▪ Isolamento sonoro, espaço para instalações do edifício.	▪ Uso efeito de barreira térmica para diminuição da amplitude da temperatura, características das superfícies em conjugação com uma optimização da luz natural e da acústica, activação térmica dos componentes dos edifícios para aquecimento e arrefecimento através de canalização integrada nos componentes.
Acabamentos de pavimento	▪ Superfícies utilizáveis com revestimento apropriado, vazios para instalações do edifício.	▪ Aquecimento e arrefecimento numa extensão de baixas temperaturas, optimização dos requisitos térmicos e acústicos.

Tabela 4.25: Princípios e objectivos de edifícios energia zero para três gerações [84]

Princípios	Objectivos
Cobertura vegetal	▪ As faces viradas a Norte, revestidas com uma esteira vegetal, uma mistura entre 30 plantas, que permitem contrabalançar a perca de biodiversidade e de habitat no local de implantação dos edifícios. Esse tipo de coberturas também permitem retardar a queda da água das chuvas, prevenindo cheias localizadas.
Turbina de vento de eixo vertical	▪ Turbinas quase silenciosas permitem produzir electricidade para as habitações. Estas turbinas de vento em combinação com painéis fotovoltaicos são tecnologias complementares, enquanto que os painéis permitem produzir um pico de energia durante o Verão, as turbinas de ventos têm o seu pico de produção de energia no Inverno, altura em que a velocidade do vento é maior. As montagens actuais são antivibráticas, não transmitindo vibrações para a estrutura do edifício.
Colectores solares térmicos	▪ Estes colectores fornecem água quente a partir do Sol e podem produzir até cerca de 60% das exigências de aquecimento de água e, em combinação com pequenas caldeiras em madeira, permitem o uso deste sistema no Inverno.
Captadores de vento	▪ Este sistema permite uma ventilação passiva de aquecimento sem gastos de energia. As habitações são construídas numa possibilidade de ventilação natural e todo o ar que entra e sai é dirigido para este sistema de ventilação interno. Ar viciado de saída aquece o ar fresco de entrada, sem utilização de meios mecânicos para minimizar as percas de calor. No Verão, o sistema pode ser adaptado através do uso de um líquido dessecante de arrefecimento solar para criar uma instalação de consumo zero de energia para nos climas mais quentes.
Painéis fotovoltaicos	▪ Este tipo de painéis são utilizados para produção de electricidade para as habitações, electricidade que pode ser utilizada directamente ou armazenada num sistema de baterias por 12 horas ou exportada para uma rede nacional no tempo de excesso, permitido aos utilizadores nas habitações a importação de energia nas horas de maior necessidade de energia eléctrica, enquanto mantendo uma geração neutra energia. Uma variedade de usos pode ser atribuída aos painéis fotovoltaicos para produção de energia extra para abastecimento de automóveis, reduzindo ainda mais a pegada ecológica dos habitantes dos edifícios.
Sótão	▪ Permite a colocação de um conjunto de sistemas de apoio de funcionamento, assim como, de depósitos de água.
Recolha de água pluviais	▪ Águas pluviais são recolhidas num reservatório onde é filtrada e utilizada para fins não potáveis, como para as descargas nas casas de banho e irrigação de jardins e plantas.
Ventilação	▪ As condutas utilizadas no sistema de ventilação são concebidas de modo a que, mesmo quando não há vento, o sistema consiga extrair ar devido ao efeito derivado das diferentes pressões.
Caldeira queima madeira	▪ Uma caldeira a madeira ou fogão a gás é utilizado para produzir água quente ou aquecimento de compartimentos quando necessário. As habitações têm de ser cuidadosamente concebidas para que o necessário em termos de madeira ou biomassa, não ultrapasse os limites por habitante, frequentemente definidos em legislação nacional.
Sombreamento solar	▪ Telas retrácteis são utilizadas para prevenir um aquecimento exagerado durante do sol alto de Verão. Estas telas são recolhidas durante as fases mais frescas do dia e no Inverno para permitir que o Sol penetre nas habitações e na massa térmica.
Massa térmica	▪ Paredes e coberturas com capacidade de angariação massa térmica são utilizados para armazenar calor no Inverno e frio no Verão. Aquecimento originado durante o dia é armazenado num lento libertar de calor durante a noite no Inverno. Fresco nocturno é armazenado durante a noite para um lento libertar de arrefecimento durante o dia no Verão, nivelando todos os picos e depressões na temperatura ambiente. O balanço térmico significa que as habitações não necessitam do uso extensivo de ar condicionado no Verão e podem ser aquecidas através de ganhos solares durante os dias mais frios de Inverno.
Isolamento de paredes	▪ Não há uma necessidade de aquecimento para manter uma temperatura confortável no interior das habitações na maioria das estações do ano. O isolamento é colocado pela parte exterior da massa térmica.
Espaços Sol	▪ Na orientação a Sul para fazer face aos ganhos solares e para minimizar os requisitos de aquecimento. Para maximizar os ganhos solares e, dependendo da situação climática, uma percentagem de parede envidraçada pode ser utilizada. No Inverno, quando as janelas exteriores estão fechadas e as portas interiores abertas para permitir que o sol penetre nas habitações. No Verão, as janelas podem estar abertas e as portas fechadas para permitir um clima ameno no interior das habitações.

4.3 Sistemas de Eficiência Energética

Dados revelam que em Portugal dos edifícios são responsáveis pelo consumo de 5,8 Mtep (milhões de toneladas equivalente ao petróleo) o que representa perto de 30% do consumo total de energia primária do país e, 62% dos consumos são para electricidade.

O sector residencial com um conjunto de 3,3 milhões de edifícios contribui com 17% dos consumos de energia primária a nível nacional, o que representa 29% dos consumos de electricidade, tornando evidente uma maior necessidade na avaliação da eficiência energética dos equipamentos consumidores de electricidade, na direcção para se obter uma moderação dos consumos [85].

4.3.1 Indicadores e enunciações

+ Indicadores para a eficiência energética

Eficiência energética é um termo que é utilizado de modo qualitativo como modo de descrever diferentes objectivos, quer a um nível nacional e internacional, como em áreas de negócios, pelas seguintes abordagens [86]:

- Redução das emissões de carbono, pela protecção climática;
- Aumento da segurança do fornecimento de energia, pela produção sustentável;
- Redução de custos, no melhoramento da competitividade.

+ Indicadores para melhoramento da eficiência energética

Consideram-se três métodos para melhorar a eficiência energética [87]:

- **Optimização processo de conversão:** Melhoria do processo de conversão do combustível para energia primária pode ser melhorado para que menos combustível seja necessário. Este procedimento pode ser considerado como um melhoramento na eficiência energética, uma vez que menos combustível é necessário para satisfazer os requisitos energéticos;
- **Maior eficiência:** O combustível pode ser extraído de uma fonte mais eficiente. Os combustíveis obtidos a partir de fontes mais renováveis, podem ser considerados mais eficientes que os combustíveis fósseis, que de forma genérica, libertam uma maior quantidade de emissões prejudiciais;
- **Diminuição exigência energia:** Exigência de menor energia para desempenhar as mesmas tarefas, como por exemplo, o aquecimento ou a iluminação. Pode ser alcançado pelo melhoramento da eficiência dos sistemas para que menos energia seja necessária ou pela redução da quantidade de energia consumida. Este método é suportado numa eficiência energética da procura, enquanto os dois primeiros se suportavam num melhoramento da eficiência por parte do fornecimento de combustíveis.

Uma eficiência energética é aumentada quando a quantidade de entrada de energia pode ser reduzida para se realizar uma determinada quantidade de tarefas ou, quando mais trabalho pode ser realizado com uma certa quantidade de entrada de energia.

4.3.1.1 Formas e leis para a energia

A energia é medida em termos de alteração de um sistema de um estado para outro, medido no Sistema Internacional em *Joules*. A energia pode tomar uma determinada variedade de formas e é denominada acção de uma força específica.

Há seis formas principais de energia [86]:

- **Energia química:** É a energia que liga os átomos e os iões, habitualmente armazenada em combustíveis fósseis e, desencadeada por uma reacção química, uma oxidação por combustão, o que resulta na produção de dióxido de carbono. A energia libertada é convertida em diferentes formas, como energia mecânica ou energia térmica;
- **Energia mecânica:** Associado com movimento, como na expansão de cilindros nos motores de combustão interna, e pode ser utilizada de forma directa num conjunto de máquinas, como geradores eléctricos, pode também ser utilizado para abastecer geradores para produção de energia eléctrica. A energia mecânica inclui a energia das ondas e das marés;
- **Energia térmica:** Movimento interno das partículas da matéria pode ser considerado com uma energia termodinâmica. Na realidade o calor produzido é a acção de transferência da energia térmica entre sistemas. A energia térmica pode ser libertada por reacções químicas, reacções nucleares, resistência à energia eléctrica ou dissipação mecânica;
- **Energia eléctrica:** Capacidades das forças eléctricas trabalharem durante o reorganizar do posicionamento das cargas. Está relacionada com a energia magnética que é uma forma de energia presente nos campos magnéticos e eléctricos, e é associada ao movimento de um campo magnético;
- **Energia gravitacional:** Resultado do trabalho realizado pela gravidade e a sua aplicação à eficiência energética está limitado a determinados cálculos energéticos. Elevadores e bombagens são operados por máquinas que utilizam energia eléctrica;
- **Energia nuclear:** Energia do núcleo dos átomos, a qual pode ser libertada pela fissão ou fusão dos núcleos, utilizada para a geração de electricidade.

+ Energia potencial e cinética

As formas de energia apresentadas são energias potenciais, onde a energia é armazenada de uma determinada maneira. Calor, pode ser definido como a energia em trânsito de uma massa para outra devido às diferenças de temperatura entre as duas. Regista a quantidade de energia transferida para um sistema fechado durante o processo por um meio outro para além do funcionamento/trabalho.

A transferência de energia ocorre apenas na direcção da menor temperatura. O calor pode ser transferido em três modos diferentes [86]:

- **Condução**: É a transferência de energia das partículas mais energéticas de uma substância para as partículas adjacentes que são menos energéticas devido à interacção entre partículas. A condução toma lugar nos sólidos, líquidos e gases;
- **Convecção:** É a transferência de energia entre uma superfície sólida a uma determinada temperatura e um gás adjacente em movimento ou um líquido numa diferente temperatura;
- **Radiação térmica:** É emitida pela matéria como resultado das mudanças nas configurações dos átomos e moléculas que a compõem. A energia é transportada por ondas electromagnéticas e requerer a intervenção de um meio para a propagação e pode ter lugar no vácuo.

+ Lei da termodinâmica: conversão da energia

Lei que afirma que a energia não pode ser criada ou destruída, apenas pode ser transformada. Significa que o fluxo total de energia é um processo de estado constante de um determinado sistema deve ser igual ao fluxo total externo do sistema. Na termodinâmica, trabalho é definido como a quantidade de energia transferida para, ou de um sistema para a sua envolvente e, trabalho mecânico, a quantidade de energia transferida por uma força.

+ Eficiência ao longo da cadeia de conversão da energia

A eficiência técnica pela utilização de energia é o produto de eficiências aplicadas de forma sucessiva durante uma cadeia de conservação de energia, a eficiência na conversão de energia primária em energia secundária, marca a eficiência da distribuição dessa energia secundária do ponto de conversão para o ponto de utilização final, e enquadra a eficiência final em converter a energia secundária obtida na energia desejada em serviços de utilização doméstico.

4.3.1.2 Taxonomia das eficiências

A utilização de determinada terminologia assume um entendimento distinto de acordo a diferentes disciplinas ou aplicações. Para a engenharia, eficiência significa o rácio físico entre rendimento e investimento. Para os economistas, eficiência significa o rácio monetário entre rendimento e investimento e, eficiência, pode também referir-se a uma optimização económica de processos ou rácios de mercado.

Outras distinções [88]:

- Cinco diferentes tipos de eficiência energética podem ser medidas pelo menos em cinco diferentes fases da cadeia de conservação de energia;
- Melhoramentos técnicos em eficiência energética podem ser aplicados a edifícios e equipamentos novos, ou já instalados, acrescentada durante rotinas de manutenção, adicionado quando realizadas renovações importantes ou expansões por outros motivos;
- Eficiência poupa energia sempre que um serviço está em funcionamento, enquanto que, uma gestão de cargas apenas se altera no tempo quando a energia está a ser utilizada;
- Pela conjugação de diferentes elementos como, melhoramentos tecnológicos na eficiência energética, no isolamento térmico, mudanças de comportamento, no reajustar de termóstatos, e pelo preço ou ferramentas de enquadramento utilizadas para induzir ou recompensar pelas mudanças;
- O potencial teórico para os ganhos de eficiência, até um máximo permitido pelas leis da física, excede o potencial técnico, o que excede o potencial económico baseado no valor interno;
- Estatísticas sobre energia são organizadas de forma tradicional pelo sector económico pelo consumo aparente, e não pela utilização física final ou procura de serviços.

4.3.1.3 Parâmetros para aplicação em edifícios

A quantidade de energia necessária para regularizar o interior dos edifícios depende de vários parâmetros [89].

+ Clima interior

Os seres humanos necessitam de uma temperatura constante do corpo a 37 ºC. Criar um clima no qual esta temperatura do corpo possa ser mantida é fundamental para a existência humana. Os requisitos para manter as condições dos espaços dependem de como esses espaços são utilizados, e nas condições limite socioculturais e económicas.

+ Clima exterior

A quantidade de energia necessária para se conseguir obter o desejável clima interior, depende do clima exterior, do processo de construção, e nas expectativas dos ocupantes do edifício.

+ Conceito passivo

Nesta aproximação, o clima interior é essencialmente determinado em relação com o clima exterior através dos processos de construção. O conceito passivo, indica que as medidas adoptadas no processo de construção apenas reagem ao clima exterior e nunca influenciam de forma activa o clima interior. A forma do edifício, a concepção do invólucro exterior, e os elementos estruturais, influenciam de grande maneira os requisitos das condicionantes à envolvente.

+ Conceito activo

Instalações mecânicas que podem ser utilizadas de forma activa para influenciar o clima interior. As instalações técnicas como um todo são denominadas como conceito activo. Uma fraca resposta ao clima predominante e às grandes necessidades de conforto reclamadas pelos ocupantes, mais abrangentes são os sistemas técnicos e mais energia é consumida.

Tabela 4.26: Necessidades humanas e serviços de energia [90]

Necessidades	**Tarefas**	**Forma de energia**	**Tecnologia**
Alimentação	▪ Armazenamento. ▪ Confecção alimentos.	▪ Refrigeração. ▪ Aquecimento.	▪ Frigoríficos. ▪ Fogão.
Conforto	▪ Abrigo. ▪ Térmico. ▪ Iluminação.	▪ Materiais. ▪ Aquecimento/ Arrefecimento. ▪ Lâmpadas.	▪ Edifícios. ▪ Aquecedor. ▪ Ar condicionados. ▪ Lâmpadas. ▪ Janelas.
Higiene	▪ Pessoal. ▪ Vestuário. ▪ Loiça. ▪ Casa.	▪ Aquecimento. ▪ Aquecimento/potência. ▪ Aquecimento/potência. ▪ Potência.	▪ Banhos/duches. ▪ Máquinas de lavar. ▪ Máquinas de lavar. ▪ Aspiradores.
Saúde	▪ Miscelânea.	▪ Miscelânea.	▪ Serviços médicos.
Cultura	▪ Viagens. ▪ Telecomunicações. ▪ Meios electrónicos.	▪ Potência. ▪ Electricidade. ▪ Electricidade.	▪ Veículos. ▪ Telefone/internet. ▪ TV/hi-fi.

Um edifício eficiente do ponto de vista energético providencia serviços e um ambiente interior com um mínimo de utilização de energia, como valorização do modo ambiental e de eficácia de custos.

Os benefícios tangíveis de uma eficiência energética variam entre níveis de escala, do individual ao nacional [83]:

- Concepção e operação aperfeiçoada dos edifícios;
- Melhores ambientes de trabalho;
- Economia do custo dos ciclos de vida;
- Melhor ambiente através da redução das emissões de dióxido de carbono e da redução de consumo de combustíveis fósseis finitos;
- Eficiência energética é uma chave para medição do desempenho na maioria dos sistemas de gestão ambiental;
- Acréscimo valor de mercado para os edifícios, quando a eficiência energética é entendida como um benefícios significativo pelos investidores e agentes do mercado.

A CIBSE*, The Chartered Institution of Building Services Engineers,* propõe uma declaração de princípios sobre energia e fornece um enquadramento para colocar esses princípios em prática (Tabela 4.27).

Tabela 4.27: Declaração de princípios da CIBSE e enquadramento de aplicação [83]

Princípios	**Medidas para implementação dos princípios**
Concepção integrada dos edifícios	▪ Conceber os edifícios e os serviços numa máxima eficiência energética possível. ▪ Providenciar concepções holísticas que são receptivas ao clima exterior enquanto ainda cumprem as necessidades dos ocupantes.
Informação sobre a eficiência energética	▪ Garantir que o programa do cliente inclui critérios sobre eficiência energética e metas para todos os edifícios, novos ou reabilitados. ▪ Rever o projecto em relação a estas metas e critérios à medida que o projecto avança.
Benchmarking	▪ Comparar a concepção e o desempenho interno dos edifícios com benchmarks apropriados para garantir que as melhores práticas para uma eficiência energética estão a ser alcançadas.
Equipa de concepção integrada	▪ Trabalhar com outros membros da equipa de projecto de modo a optimizar o desempenho energético dos edifícios.
Redução da procura	▪ Manter a utilização da energia num mínimo através de uma concepção cuidada da forma e serviço dos edifícios utilizando fontes de energia renovável, energia ambiente, e soluções passivas. ▪ Fazer todos esforços para evitar a necessidade de utilização de ar condicionado.
Concepção para operação	▪ Conceber para uma gestão de qualidade, manutenção e gestão, pelo manter as soluções simples e eliminar caminhos para falhas potenciais.
Optimização equipamento	▪ Seleccionar os sistemas de equipamento, utilizando produtos certificados ou produtos verificados por entidades independentes, para garantir que o equipamento e as instalações não são sobredimensionados.
Controlo utilização eficaz	▪ Introdução de controlo de eficiência energética que operem sistemas de forma segura, eficiente e económica, enquanto se permite que os ocupantes individuais de alterar os seus níveis de conforto, mas evitar sistemas que estão por defeito ligados.
Garantir início de funcionamento completo	▪ Garantir que os serviços do edifício são inspeccionados de forma apropriada e entre os gestores, operadores, e ocupantes.
Melhorar funcionamento	▪ Encorajar as operações de eficiência energética dos edifícios através da gestão, orientação, manutenção, monitorização e controlo.
Entender o edifício	▪ Providenciar documentação apropriada aos gestores, engenheiros, operadores e ocupantes, para garantir que estes entendem as intenções das concepções do edifício e de como estes devem funcionar.
Monitorização e retorno	▪ Desenvolver um forte elemento de retorno para melhorar o entendimento de experiencias passadas relacionadas com estes princípios. Introduzir medições apropriadas para melhorar a informação e detectar falhas de forma rápida.
Concepção para a eficiência energética	▪ Considerar sempre a introdução de tecnologias de eficiência energética através da concepção e de um processo de actualização de modo a evitar complicações desnecessárias. ▪ Procura de oportunidades para melhoramento dos edifícios existentes durante a operação, manutenção, alteração e reabilitação.
Impacte ambiental	▪ Minimizar os efeitos adversos no ambiente externo. Minimizar as emissões e seleccionar materiais e combustíveis amigos do ambiente, utilizando o máximo possível de fontes renováveis.

Projectos denominados de *Eco-buildings* são definidos pela Comissão Europeia, como um conceito que se espera seja um ponto de convergência para um desenvolvimento e demonstração a curto prazo, de modo a suportar as medidas legislativas e de regulamentação sobre eficiência energética, e incentivo ao uso de soluções de energia renovável no sector da construção, no propósito de superar a directiva europeia de desempenho energético nos edifícios [90].

Há três fases de actuação para uma definição do estado da arte, actualidade (FP6), futuro imediato (FP7) e visão 2020 (Plano de acção EU), com os objectivos respectivos de, superar dos requisitos nacionais, superar os requisitos europeus e alcançar uma eficiência energética extrema (Tabela 4.28).

Tabela 4.28: Plano da acção da União Europeia para o programa Eco-buildings [90]

Actualidade (FP6)	**Futuro imediato (FP7)**	**Visão 2020 (Plano acção EU)**
Estado da arte		

Superar os requisitos nacionais.
▪ Redução consumo de energia e utilização de renováveis:
  ▪ Eficiência energética, bioclimática, concepção solar, convertidas em requisitos de concepção arquitectónica;
  ▪ Critérios de isolamento térmico e estanquicidade ao ar;
  ▪ Instalações eficientes e a integração de fontes de energia renovável.
	Superar requisitos europeus.
	▪ Redução do consumo energia primária e redução das emissões de CO_2, mais o uso de renováveis:
	  ▪ Duplicar a eficiência energética, para metade do consumo de combustíveis nos edifícios em comparação ao período FP6;
	  ▪ Em direcção a edifícios de alto desempenho;
	  ▪ Em direcção a edifícios integração de poligeração.
		Eficiência energética extrema.
		▪ Ambiente construído neutro de carbono, em direcção a habitações de emissões zero.
		▪ Sustentabilidade como norma.

Incentivos/interesses negócios		
▪ Oportunidades criadas a partir de novo enquadramento legislativo, para fornecedores e instaladores. ▪ Demonstrar que produtos, construções e tecnologias são fiáveis.	▪ Grandes expectativas e exigência dos clientes e dos consumidores baseadas em mais informação e conhecimento de critérios de desempenho. ▪ Emergência de novos produtos resultantes de trabalho de pesquisa e desenvolvimento.	▪ Continuação de oportunidades na renovação do parque construído, uma vez que o expectável aumento dos combustíveis tornam o poupar de energia eficaz em termos de custos. ▪ Continuação da necessidade para tecnologias de alto desempenho e serviços, para acompanhar o desenvolvimento da economia solar.
Incentivo tecnológico/interesses políticos e de pesquisa		
▪ Sector púbico toma a iniciativa pela construção de edifícios exemplares e de legislação complementar. ▪ Acompanhar o desenvolvimento de sectores e serviços profissionais, análise de energia, especialistas de certificação, contratos com terceiras partes. ▪ Demonstração da fiabilidade de, produtos acessíveis, construções e tecnologias.	▪ Superar o protocolo de Quioto e garantir uma agenda política e consequente investimento em desenvolvimento tecnológicos chave. ▪ Tendências para elevar as exigências ao nível local. ▪ Demonstrar conceitos de aplicações a grande escala. ▪ Demonstrar a diversidade e a competitividade das tecnologias, estratégias e conceitos. ▪ Desenvolvimento de planos de treino, educação e disseminação.	▪ Indústria de construção contínua a ser um motor económico em termos de investimento de inovação tecnológico e acréscimo de valor. ▪ Avaliação permanente e melhoria de conceitos.

4.3.2 Oportunidades para a eficiência energética

A diversidade de edifícios e o seu uso distinto implica um conjunto de diferenças na adopção de modelos de conservação de energia. Não é possível apontar um simples modelo ou regra legislativa que seja eficaz para todos os casos. São identificados contudo, factores referenciais que podem constituir focos de oportunidades para a eficiência energética, como os materiais de construção, evolução nos sistemas de fornecimento de energia, melhoria procedimento de iluminação, pelo comportamento humano.

4.3.2.1 Factores de referência

+ Materiais de construção

Matérias-primas para a construção são extraídas, processadas, transportadas e adicionadas no processo de construção e, por fim descartados. Todas estas etapas originam um conjunto de implicações ambientais já que o sector da construção utiliza um grande conjunto de materiais de grande necessidade energética de manufactura. Materiais leves de construção têm um consumo menor de energia no processo de manufactura em comparação a materiais de construção pesada. Esta situação não se verifica por exemplo ao se recorrer a grandes quantidades de materiais impregnados de desmedido consumo energético como o aço e o alumínio [39].

Para além de minimizar utilização de materiais impregnados de grande consumo de energia na sua manufactura, há que produzir edifícios com um potencial de reciclagem de modo a reduzir a utilização de energia e recursos num mais longo período de tempo. Um edifício construído na sua maioria a partir de materiais e componentes reutilizados e reciclados, atinge um impacte de poupança na ordem dos 55% na utilização de recursos.

Na escolha de materiais para construção, há que ter em conta [39]:

- Concepção para uma longa vida e capacidade de adaptação, recorrendo a materiais de baixa manutenção;
- Verificar se os materiais podem ser facilmente separados;
- Evitar construções sobredimensionadas;
- Modificar e recuperar em vez de demolir;
- Garantir que materiais provenientes da demolição de edifícios existentes e desperdícios de construção são reutilizados ou reciclados;
- Utilização de materiais de fonte local sempre que possível para redução de transportes;
- Seleccionar materiais impregnados de grande consumo energético, baseados de preferência nos dados fornecidos pelos fabricantes;
- Evitar desperdícios na utilização dos materiais;
- Especificar materiais nos tamanhos padronizados;
- Garantir que excessos provenientes dos cortes são reciclados e evitar de estruturas redundantes;
- Seleccionar materiais e sistemas que possam ser reutilizados e reciclados utilizando sistemas existentes de reciclagem;
- Utilização de invólucros eficientes na concepção de edifícios e acessórios para minimizar utilização de materiais.

+ Fornecimento de energia

Após explorar as soluções passivas há que escolher opções para fazer uso de soluções mais atractivas para aumentar o desempenho energético dos edifícios. A energia operacional de forma geral representa a maior parte da energia total utilizada nos edifícios, deste modo, é importante ter um sistema eficiente do ponto de vista de energia.

Os sistemas de energia são concebidos para durar entre 30 a 40 anos e se não forem escolhidos de forma cuidada, o potencial para mudar para uma fonte de energia diferente pode ser perdido neste período. O sistema de distribuição de energia num edifício tem o impacte da eficiência energética de todo um sistema de energia.

+ Iluminação

Um uso eficaz da energia na iluminação é outra parte essencial na concepção de um edifício. Esta depende nos seguintes assuntos [39]:

- Disponibilidade de iluminação natural no interior;
- A eficiência dos componentes eléctricos, lâmpadas, balastros e luminárias;
- Controlos de iluminação e, de como estes tomam a vantagem no uso da iluminação natural;
- Regime de manutenção.

No planeamento de uma eficiência energética na iluminação é necessário considerar a iluminação natural e a iluminação artificial, quer de forma individual como em conjunção entre elas. Um uso extensivo de iluminação natural pode originar uma mais valia económica, mas outros aspectos ambientais, como grandes superfícies de envidraçados devem ser tido em conta em especial em relação ao conforto térmico durante os dias de Verão.

Há aspectos importantes para melhorar a eficiência energética pela iluminação artificial, pela utilização da iluminação onde e quando necessário, mas sem um excesso de iluminação, pela utilização de acessórios apropriados, lâmpadas e balastros, controlos eficientes de iluminação, no manter as lâmpadas e os acessórios limpos.

+ Electrodomésticos

Substituição dos combustíveis tradicionais em parte por fogões solares e fogões mais eficientes pode reduzir os aspectos negativos no padrão actual de consumo nos países em desenvolvimento. Pela redução e no evitar da queima de biomassa no interior dos edifícios, para cozinhar e aquecimento, pode contribuir para uma redução da poluição do ar interior e doenças respiratórias associadas.

Uma vez que as actividades relacionadas com o cozinhar de alimentos são factor importante no uso de energia nos países desenvolvidos, há que considerar também este ponto. A biomassa é a fonte principal de energia nas zonas rurais, apesar da biomassa ser considerada como uma fonte de energia renovável, causa outros problemas como a produção de gases com efeito de estufa.

Sistemas de energia também incluem outros electrodomésticos como, frigoríficos, máquinas de lavar roupa, televisões. Muitos destes aparelhos eléctricos encontram-se já no mercado marcados com diferentes etiquetagem que ajudam os consumidores a escolher a eficiência energética dos produtos.

+ Comportamento humano

As pessoas de forma geral não se comportam de forma consistente com o seu nível de preocupação ambiental. Muitos outros factores têm importância como, o custo em termos de tempo, dinheiro ou esforço, para a capacidade das pessoas de se comportarem de uma determinada maneira. Os utilizadores têm de ter consciência dos efeitos ambientais como actores individuais de modo a obter um comportamento amigo do ambiente.

+ Planeamento local pela cadeia energética

Não é apenas o edifício que tem uma influência na eficiência energética. A localização e o contexto no qual está implantado, e de como a envolvente está planeada são também importantes. Os edifícios individuais são também capazes de contribuir para melhorar as áreas verdes, não apenas de superfície, como nos pavimentos terrestres e coberturas, mas também de forma vertical nas fachadas.

4.3.2.2 Conflitos de planeamento

A diversidade de matérias e pontos de vista relacionados com os actores e problemáticas associadas com a optimização dos edifícios, origina um determinado número de incompatibilidades de difícil ou impossível resolução (Tabela 4.29).

Tabela 4.29: Conflitos habituais no planeamento de optimização energética nos edifícios [8]

Termos dos conflitos	**Explicação**
Edifícios compactos vs utilização da iluminação natural e ventilação natural	▪ A forma do edifício deve ser avaliada no seu grau de compacticidade, o que tem um efeito na resolução dos requisitos térmicos, e a possibilidade de um nível de iluminação natural e ventilação natural.
Uso dinâmico vs conceito de energia	▪ Áreas do edifício com usos em mudança ou imprevisíveis, como os átrios, podem desencadear um grande consumo de energia, mais do que conceitos de energia que derivam dos requisitos de conforto.
Arrefecimento passivo vs requisitos conforto	▪ Optimizar um arrefecimento activo reduz o consumo de energia de forma substancial durante as fase de operação mas, obriga a um diminuir dos níveis de conforto no Verão, devido ao aumento da temperatura em compartimentos interiores.
Ventilação natural e arrefecimento passivo vs organização interna passiva	▪ Ventilação natural durante o dia e arrefecimento passivo durante a noite obrigam a um planeamento por zonas. De forma a evitar as necessidades para uma melhoria técnica no caso de uma alteração dos requisitos de uso, organizações internas flexíveis devem ser consideradas durante o planeamento.
Utilização iluminação diária vs protecção e utilização de pára-sóis	▪ Na escolha de um sistema que corresponda aos requisitos e combine uma protecção à luminosidade e raios solares, pode originar um funcionamento impróprio na garantia de visionamento para o mundo exterior.
Ventilação natural vs isolamento sonoro e protecção contra incêndios	▪ Zonas de ventilação entre diversas zonas de uso devem ser desenvolvidas para que os conceitos de ventilação natural tenham em atenção isolamento sonoro e a projecção contra incêndios.
Uso massa térmica vs acústica dos compartimentos	▪ A utilização de armazenamento pela massa térmica atenua os picos de temperatura, pede por uma coordenação com a atenuação do ruído e medidas na acústica.
Isolamento total do invólucro do edifício vs transparência e áreas eficientes	▪ Edifícios com invólucros com grande grau de isolamento térmico reduzem a percentagem Sol utilizável e limitam a percentagem de áreas transparentes. Qualidade no uso, uma ligação com o mundo exterior, áreas eficientes e o consumo de energia devem estar harmonizadas numa relação entre a concepção geral e os conceitos de energia.
Automação dos edifícios vs individualidade e liberdade para os utentes	▪ Edifícios com grande quantidade de automação, sistemas de controlo individual devem ser desenvolvidas tendo em atenção os custos do investimento, manutenção e operação.
Equipas inovadoras de planeamento vs implementação de rotinas	▪ Actores experientes devem ser incluídos nos fluxos e requisitos de trabalho de um processo integrado de planeamento. Os objectivos da sustentabilidade a aplicar no projecto devem ser descritos desde da fase inicial até à fase de aquisição. Informação especial sobre declaração de materiais, teste, e inspecção, devem ser determinado de forma precisa.

4.3.3 Redução carbono nos edifícios

O modo mais geral no qual o consumo de energia de um edifício pode ser reduzido é o tomar em consideração os temas de projecto com vista a uma optimização de sistemas e uso de componentes.

4.3.3.1 Temas de projecto

+ Redução de energia para aquecimento: Optimizar o invólucro dos edifícios

A concepção do invólucro de um edifício pode ter um efeito significativo no desempenho total do consumo de energia e deve ser tomado em consideração no desenho das fachadas. Através de uma concepção cuidada, a exigência para aquecimento pode ser reduzida [91]:

- Edifícios compactos reduzem percas das estruturas;
- Exceder os requisitos regulamentares para os edifícios nos valores de U;
- Optimizar rácios para os ganhos de calor, iluminação natural, e iluminação artificial;
- Investigar o uso do efeito dos sistemas de sombreamento, tendo em atenção que as orientações Este-Oeste requerem de uma tratamento diferente em relação às fachadas Sul;
- Uso de massa térmica para reduzir as flutuações das temperaturas internas, o que também pode influenciar nos requisitos para o arrefecimento;
- Junções detalhadas entre os componentes da estrutura de modo a prevenir o ingresso indesejável de ar.

+ Redução da energia para iluminação: Integrar iluminação natural com iluminação artificial

A provisão de uma iluminação de grande qualidade não apenas aumenta a capacidade dos ocupantes de desenvolverem as suas actividades de forma eficiente, mas também reduz a necessidade de energia eléctrica para iluminação. A electricidade deriva da produção de combustíveis fósseis cuja eficiência não é maior que 30 a 40%. Os seguintes princípios podem contribuir para uma redução de energia para a iluminação [91]:

- Maximizar a quantidade iluminação natural que entra nos edifícios pelo providenciar de aberturas zenitais;
- Utilizar sistemas para potencializar iluminação através das coberturas, tubos de iluminação e coberturas envidraçadas;
- Uso de orientadores solares para dirigir iluminação natural na profundidade dos espaços ocupados;
- Manter a decoração interna das paredes, pavimentos e tectos claros para reflectir a luz o máximo possível;
- Planear iluminação artificial de sistemas com interruptores para sistemas onde a iluminação se desligue automaticamente à medida que se aproxime das janelas;
- Utilizar sistemas de controlo para modelar a iluminação artificial alterando os níveis em resposta à iluminação natural disponível;
- Seleccionar sistemas envidraçados com altos factores de transmissão para iluminação natural.

+ Redução de energia para arrefecimento: Optimizar uso das características climáticas naturais

A necessidade de arrefecimento pode ser reduzida através de uma consideração cuidada das características climáticas do local tal como tendo em consideração as cargas internas. O uso da iluminação natural diminui a dependência da iluminação artificial o que reduz uso de energia eléctrica.

Ventilação natural pode ser utilizada para providenciar um determinado grau de arrefecimento gratuito. As zonas interiores devem [91]:

- Maximizar as oportunidades para a utilização da energia solar;
- Maximizar as vistas para o céu para permitir uma iluminação natural do edifício;
- Maximizar o uso potencial da força do vento para uma ventilação natural;
- Proteger o edifício dos ventos fortes frios, reduzindo as infiltrações indesejáveis de ar;
- Proteger as janelas dos ganhos solares indesejados durante os períodos mais quentes do ano;
- Considerar reduzir as ganhos internos ou áreas de fortes ganhos térmicos de forma simultânea, esta situação pode ajudar a minimizar a difusão dos serviços de arrefecimento através do edifício.

+ Reduzir para o equipamento e processos

Caldeiras, sistemas de ar condicionado, ventiladores, bombas e motores, todos utilizam energia para fornecer os sistemas mecânicos para manter as condições internas dentro de limites do confortável para os utentes. Estes sistemas podem ser concebidos para minimizar a energia usada [91]:

- Uso de equipamento com grande classificação em termos de eficiência;
- A eficiência de determinadas caldeiras e ar condicionados depende das cargas impostas, maior a carga melhor a eficiência. Para maximizar a eficiência do sistema global, o uso de unidades modulares que funcionem na carga máxima por um longo período de tempo, como resultado a eficiência dos sistemas será maior;
- Uso de recuperadores de calor, armazenamento de energia e desumidificadores para reduzir uso de energia de aquecimento e arrefecimento;
- Uso variável do volume nos sistemas de ar para responder às necessidades dos utilizadores, já que uma menor ocupação necessita de menos ar que uma ocupação total, no entanto, um cuidado deve ser tomado para prevenir a estagnação do ar e originar de humidades;
- Uso zero de refrigerantes de base em cloroflúorcarbonetos (CFCs);
- Utilização de electrodomésticos com uma classificação elevada de eficiência energética.

+ Investigar uso das renováveis e fontes de energia integradas

Uma forma para reduzir a necessidade de combustíveis fósseis está no recorrer a fontes de energias integradas e renováveis que, em teoria não estão dependentes dos combustíveis fósseis [91]:

- Uso de tecnologia fotovoltaica para produzir energia para ser utilizada na alimentação dos edifícios ou empregada como corrente directa para carregar baterias;
- Investigar o uso de aquecimento gerado pela tecnologia fotovoltaica como suplemento a sistemas de aquecimento dos espaços nas estações de transição;
- Considerar o uso de geradores de vento;
- Recorrer a bombas de calor;
- Ter em atenção a possibilidade no uso da cogeração para aquecimento e electricidade;
- Considerar o uso da queima de madeira proveniente da limpeza das florestas.

De modo a minimizar as emissões de carbono a partir dos edifícios, é essencial uma especial atenção dada a estes assuntos, logo numa fase inicial dos projectos. As decisões com base nos conceitos realizados nas fases iniciais são mais fáceis de implementar, já que os detalhes dos edifícios ainda não foram decididos e, portanto, não há implicações de custo.

4.4 Implicações Tecnológicas

Há uma grande variedade de tecnologias e estratégias já disponíveis, com as quais, se pode baixar consideravelmente o consumo de energia nos edifícios sem percas de serviços ou conforto.

4.4.1 Redução dos impactes ambientais

No uso residencial o aquecimento dos espaços é o maior responsável pelo consumo de energia, logo seguido das necessidades de arrefecimento. Alocado nestes dois sistemas, medidas para a construção e a renovação que podem poupar uma quantidade significativa de energia incluem [38]:

- Aumento de isolamento nas paredes, coberturas, pavimentos e caves, para níveis de eficiência de custo;
- Utilização de protectores para as janelas, escolhas baseadas no clima, para reduzir a quantidade de ganhos e percas de calor através das transmissões térmicas;
- Colocar as condutas de aquecimento e arrefecimento para espaços condicionados, para que não haja percas para o exterior;
- Melhoria dos sistemas de aquecimento através da utilização de recuperadores de calor que enviem menos de 10% de calor para o exterior, motores de velocidade variável e eficientes para a circulação de ar;
- Melhoramento do equipamento de arrefecimento para se alcançar uma melhor transferência de calor dos evaporadores do ar condicionado e dos condensadores;
- Alteração dos sistemas de instalações, da prática corrente de confiar nos erros de construção e fugas acidentais para fornecer ar fresco suficiente, para um processo que utilize uma quantidade apropriada de ventilação mecânica enquanto se aplicam nas habitações os níveis de estanquicidade;
- Controlo da ventilação pode mitigar os problemas do ar interior e dos bolores, enquanto se recupera energia da corrente de exaustão do ar;
- Expandir o uso de arrefecimento evaporativo, utilizando uma evaporação directa em climas áridos e, uma evaporação combinada com troca de calor para ar nos climas mais húmidos;
- Construção de edifícios com coberturas “frias” que reflectem mais do que absorvem a radiação infravermelha, nos climas quentes.

Outras medidas estarão focadas nas restantes dimensões de alto consumo energético, como o aquecimento de água, iluminação, refrigeração, electrónica e computadores, e outros mecanismos. Experiências indicam que uma grande quantidade de energia pode ser poupada através da eficiência de elementos mecânicos e electrodomésticos.

Equipamento adicional que se reflecte num poupar significativo de energia nos edifícios através da tecnologia actual inclui [38]:

- Lâmpadas mais eficientes, balastros e luminárias;
- Vidro melhorado com percas menores de calor e ganhos solares apropriados;
- Controlos melhorados para sistemas de ar condicionado;
- Velocidades variáveis para bombas e ventiladores;
- Sistemas de ventilação de baixa pressão;
- Sensores de ocupação para controlo de iluminação e ventilação;
- Concepção eficiente para os elevadores e escadas rolantes.

4.4.1.1 Tecnologias para gestão dos riscos climáticos

Estratégias e tecnologias podem ser aplicadas aos edifícios para contribuir para uma mitigação aos efeitos das alterações climáticas nos edifícios [92].

+ Sistema de drenagem sustentável

Oferece uma aproximação alternativa à gestão de drenagem de águas pluviais. Este sistema mímica os padrões da drenagem natural para reduzir a quantidade de água que permanece nas superfícies. Pela utilização de bloqueadores de poluentes e processos de degradação, estes sistemas têm a capacidade de proteger a qualidade da água.

Este sistema inclui [92]:

- Medidas preventivas que incluem uma boa colheita de águas pluviais;
- Aparelhos de infiltração, para permitir a absorção, o que permite à água uma drenagem directa para o solo;
- Coberturas verdes e reutilização da água;
- Pavimentos porosos e permeáveis;
- Bacias e camas concebidas para reter as águas pluviais.

+ Coberturas verdes

Coberturas verdes são espaços vegetais, cujos benefícios incluem [92]:

- Gestão de águas pluviais com o potencial de economizar uma vez que o número de elementos de recolha de águas pode ser minimizado;
- Redução do efeito ilha do calor, pela redução das percas de calor e aumento da evaporizarão;
- Criar espaços naturais verdes nas áreas urbanas produzindo benefícios para a biodiversidade;
- Redução consumo de energia e custos com combustíveis, uma vez que coberturas vegetais providenciam arrefecimento no Verão e isolamento térmico no Inverno;
- Redução da poluição do ar;
- Aumento da vida útil das coberturas, uma vez que as coberturas vegetais protegem as membranas de impermeabilização, aumentando na vida útil para o dobro.

+ Estruturas e produtos que melhorem a resiliência às cheias

Defesas permanentes às cheias são a melhor opção para protecção. Um conjunto de considerações deve ser tomadas em consideração [92]:

- Utilização de válvulas unidireccionais nas canalizações de drenagem para prevenir o retorno de água para os edifícios;
- Utilização de barreiras contra as cheias e outras medidas nas habitações;
- Utilização de materiais com capacidade de resiliência às cheias;
- Localização de dispositivos eléctricos e caldeiras acima dos limites máximos de cheias.

+ Materiais, coberturas, e edifícios frios

Uma estratégia de construção com elementos frios, pode ajudar a temperatura dos edifícios a baixar consideravelmente. Pelo limitar da quantidade de energia solar absorvida, podem ser reduzidos os danos causados pela radiação ultravioleta e flutuações da temperatura diária, que causam uma expansão e contracção repetida.

Esta estratégia possibilita [92]:

- Arrefecimento por evaporação;
- Rega natural da vegetação, o que diminui as necessidades de irrigação;
- Recarrega água nos solos e preserva os recursos aquíferos;
- Reduz percas das águas pluviais;
- Melhorar a qualidade da água pela redução poluentes.

+ Sistemas e armazenamento de águas pluviais

A captura das águas pluviais pode ser utilizada para irrigação, lavagem de automóveis ou descargas sanitárias.

Este processo pode ser benéfico em duas situações [92]:

- Reduz a procura na utilização de água potável, libertando a pressão nos fornecimentos principais;
- Ajuda na redução do risco de cheias durante a queda forte de chuva pelo armazenamento e originar de resistência antes de a água chegar aos sistemas de drenagem.

+ Reciclagem de águas residuais

Reciclagem de águas residuais dos edifícios é já de prática corrente onde a disponibilidade de água é reduzida e, inclui as águas dos banhos, pias e lavandaria. Pode ser utilizada para a reutilização de descargas sanitárias e mecanismos de desinfecção.

Os benefícios incluem [92]:

- Redução do consumo de água das actividades domésticas;
- Diminuição da pressão nos sistemas principais de abastecimento de água;
- Redução dos custos de energia e ambientais;
- Com uma gestão adequada, recurso valioso para regra.

Tabela 4.30: Exemplos de mitigação tecnológica no sector dos edifícios, políticas e medidas, obrigações e oportunidades apresentadas pela UNEP [93]

Tecnologias e práticas de mitigação actualmente disponíveis	**Políticas, medidas e instrumentos que são ambientalmente eficazes**	**Obrigações e** *oportunidades*
▪ Iluminação natural e artificial mais eficiente. ▪ Electrodomésticos e equipamentos de aquecimento/arrefecimento mais eficientes. ▪ Melhoria isolamento. ▪ Concepção passiva e activa para aquecimento e arrefecimento. ▪ Fluidos alternativos de refrigeração, recuperação e reciclagem de gases. **Tecnologias e práticas de mitigação a serem comercializadas antes de 2030** ▪ Concepção integrada de edifícios comerciais, incluindo tecnologias como medidores inteligentes que providenciem retorno e controlo. ▪ Painéis solares integrados incorporados nos edifícios.	▪ Critérios e certificados para electrodomésticos.	▪ Necessidade de constante revisão das normas.
	▪ Códigos e certificação para os edifícios.	▪ *Incentivos para novos edifícios.*
	▪ Programas de gestão para eficiência energética.	▪ Necessidade para regulamentação para que as instalações sejam lucrativas.
	▪ Programas de liderança do sector público, incluindo os serviços de aquisição.	▪ *Compra de produtos por parte dos governos pode aumentar procura de componentes de eficiência energética.*
	▪ Incentivos para companhias de serviços de energia (ESCOs).	▪ *Factor de sucesso, aceder a financiamento de partes terceiras.*

4.4.2 Eficácia na aplicação de sistemas

Embora as investigações sobre a poupança de energia assentes numa análise de sistemas simples sejam mais fáceis de entender, falham numa avaliação mais global e geral das opções de eficácia de custo que estão disponíveis a partir de sistemas integrados, como [38]:

- Utilização de sistemas de iluminação que optimizem a distribuição da luz de modo a que sejam mais intensas nos locais onde é necessária mais iluminação, e menos intensa nas restantes localizações;
- Concepção de invólucro que permita um uso correcto da iluminação natural, com a respectiva protecção solar;
- Redução em tamanho e ou complexidade dos sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado, possível através da consequência de um melhor isolamento da paredes, coberturas e pavimentos, melhoria da janelas e melhoria da estanquicidade;
- A utilização de condicionamento de espaço e ventilação de ar fresco através de sistemas de ventilação que permitam aos ocupantes o controlo baseado nas necessidades;
- Separação dos controlos de arrefecimento e desumidificação, de forma que os sistemas de arrefecimento possam ser dimensionados para responderem apenas ao arrefecimento.

Em acréscimo, os materiais usados na construção necessitam de ser reciclados até a um máximo possível porque os recursos naturais são limitados.

As duas áreas de preocupação, energia e a reutilização, necessitam de uma inovação contínua como um imperativo absoluto. O uso passivo e directo dos recursos providenciados pela natureza desempenha um papel importante e apenas quando o seu potencial esteja exausto, se deve utilizar um conjunto de serviços adicionais pelo uso de tecnologias mais activas.

4.4.2.1 Proposições tecnológicas para a concepção

Enquanto a maior parte da responsabilidade de atingir edifícios energia zero recaem nos projectistas, há desafios importantes para todos os sectores da comunidade da indústria da construção [94].

+ Sistemas integrados
Equipamento terá de ser integrado de forma total para que o desperdício de energia e de outras fontes de energia grátis sejam utilizadas num máximo de potencialidades possíveis. Na prática corrente, o equipamento desempenha de forma independente, tarefas independentes, há pois uma necessidade de optimizar a integração da ventilação mecânica e natural.

+ Sistemas e equipamentos de alto desempenho
Com sistemas integrados, há uma necessidade para equipamentos e sistemas ultra eficazes, para sistemas de velocidades variáveis que minimizam o uso de energia através das estações do ano e, variar de cargas de arrefecimento impostas pelos utilizadores dos edifícios e o ambiente exterior. Fabricantes terão de oferecer equipamentos de menor capacidade com melhores desempenhos. Melhor controlo de desumidificação e humidade, a par de permitir, que o arrefecimento seja realizado de forma separada da desumidificação.

+ Ferramentas de concepção
Arquitectos, engenheiros, e companhias de equipamentos, têm de redimensionar os sistemas e equipamentos instalados. Necessitam de ferramentas para melhor integrar a forma dos edifícios e partes da estrutura, como parte do aquecimento, arrefecimento, sistemas de iluminação, para

satisfação das necessidades dos ocupantes. Ferramentas necessárias para melhorar a concepção da iluminação natural e ventilação híbrida, integrando soluções de baixo consumo de energia com equipamento tradicional de próxima geração. Ferramentas são necessárias para comparar aplicações de diferentes tipos de equipamento e sistemas que permitam uma escolha das soluções mais eficazes do ponto de vista energético para um determinado edifício.

+ Melhoria de sistemas e controlos automáticos para os edifícios
Utilização de sensores que são de custo acessível e confiável para uma distribuição ampla nos edifícios para conseguir um melhor controlo de conforto com menor utilização de energia. Estes sensores desempenham múltiplas funções como, apreender a temperatura, humidade, e a concentração de dióxido de carbono. Uma nova tecnologia de sensores deverá ser mais interfuncional onde as tecnologias sem fios podem reduzir os custos globais de instalação.

+ Qualidade do ar interior
Invólucro de edifícios estanques tornam a concepção dos sistemas de ventilação mais complexo uma vez que se deixa de poder contar com as infiltrações. Com concepções e instalações melhoradas permitem um melhor controlo da qualidade do ar interior. Controlo na fonte através da selecção de materiais e acabamentos de baixa emissão de poluentes, em paralelo com filtros de ar melhorados e tecnologias de tratamento, reduz-se os requisitos para uma ventilação com ar exterior. Como resultado, o consumo de energia para ventilação de aquecimento e arrefecimento do ar será reduzido.

+ Armazenamento de energia e critérios de desempenho
Necessidade de desenvolvendo de critérios para a medição do desempenho dos sistemas integrados nos edifícios para melhor utilização dos recursos energéticos, quer no local de implantação como nos locais externos de produção de energia, o que implica uma identificação de métodos de utilização de armazenamento de energia.

+ Construção
Aplicação conseguida da ferramentas de concepção, equipamentos de alta eficiência e, sistemas integrados são dependentes da instalação. Firmas de construção necessitam de informar e formar os trabalhadores em novas técnicas de construção e procedimentos de controlo de qualidade.

4.4.2.2 e-energia

A *e-energia* joga um papel importante no desenvolvimento das energias renováveis e no aumento da eficiência energética.

Três aspectos [95]:

- A criação de um mercado de *e-energia* que facilite as transacções electrónicas legais e realização de negócios entre todos os participantes do mercado;
- Garantir das interconexões digitais e de computorização dos sistemas técnicos e componentes, o processo de controlo e de manutenção das actividades baseadas nestes sistemas e componentes, como a monitorização, análise, controlo, e regulação de todo um sistema é garantido;
- Garantir da ligação em rede dos mercados da energia electrónica e da totalidade dos sistemas de interacção digital dos negócios e das tecnologias.

4.4.3 Tecnologias activas nos edifícios

O recurso a energias renováveis apresenta ainda um conjunto de grandes complexidades técnicas e custo em face ao actual uso de energia de fontes fósseis. Como consequência, será necessário uma redução do consumo geral de energia como um todo [3].

+ Armazenagem térmica e arrefecimento nocturno

Armazenagem térmica é a capacidade de o interior de um edifício jogar um papel importante na redução passiva das necessidades de arrefecimento interno e as respectivas temperaturas dos compartimentos.

Os efeitos de uma armazenagem térmica de uma estrutura tornam-se aparentes quando os ganhos de calor existem como resultado da radiação ou na alteração das temperaturas dos compartimentos. Nestes casos, a alteração de temperatura no tempo é atrasada pela armazenagem térmica do interior do edifício no sentido que uma função de resposta do edifício se altera para uma função de arrefecimento. Um compartimento aceita a energia térmica nas suas superfícies definidoras de espaço devido aos ganhos solares, iluminação artificial, ocupantes, equipamentos, e outras formas de energia térmica. Esta energia penetra nos materiais de construção em diferentes graus e profundidades e, deste modo, provoca um aumento de temperatura devido aos fenómenos de radiação e/ou convecção.

Materiais que envolvem as superfícies e respectivas massas de ar estão num processo contínuo e mútuo de troca de radiação. Dependendo da temperatura de uma superfície e do ar, o resultado é uma troca entre superfícies e o ar e, vice-versa, de energia térmica por convecção e radiação. Dependendo das temperaturas ambientais dos compartimentos, significa uma redução das cargas de arrefecimento devido à energia que se encontra armazenada nos elementos do edifício, como paredes, pavimentos e tectos. Por outro lado, uma redução das temperaturas dos compartimentos significa um aumento nas cargas de arrefecimento devido ao libertar da energia térmica armazenada.

Tipos de compartimentos relevantes para uma capacidade de armazenagem térmica podem ser distinguidos como [3]:

- XL, Muito baixa massa térmica, massa total: <200 kg/m^2
- X, Baixa massa térmica, massa total: ~200-400 kg/m^2
- M, Média massa térmica, massa total: ~400-600 kg/m^2
- S, Alta massa térmica, massa total: >600 Kg/m^2

+ Utilização de biomassa

O uso moderno da biomassa em aplicações concretas iniciou-se à vinte anos, num renascer no uso desta antiga fonte de energia renovável. Contudo, o custo de utilização da biomassa é praticamente o mesmo no uso de energias fósseis. Instalações de utilização da biomassa são capazes de produzir uma energia neutra em relação às emissões de CO_2 que é libertada para a atmosfera que foi absorvida e libertada pelas plantas durante o período de crescimento.

O termo biomassa descreve um espectro de recursos naturais derivados da matéria orgânica e num sentido mais global, todos aqueles materiais que são o resultado de uma transformação de matéria orgânica ou produtos finais associados, como o papel, desperdício orgânicos domésticos, óleos vegetais, biogás e outros. Produtos de biomassa são fontes de energia energeticamente processadas como restos de vegetação de madeira, paletes em madeira, óleos vegetais, e substâncias como estrumes líquidos e lamas que são derivados os processos de transformação orgânica de estações de tratamento. Energia biomassa de forma líquida é obtida na forma de óleos e álcoois, com o óleo semente de soja a ser de importância significativa devido à capacidade de ser transformado em biocombustível.

+ Aplicações geotermais de superfície

A energia térmica da crosta terrestre é o resultado do decair da radioactividade durante a formação do planeta e da radiação solar que afecta as camadas superiores dos solos. Esta energia está disponível de uma forma constante, e a sua utilização em alternativa à energia solar ou eólica, não se baseia num intensidade de uso das superfícies porque pode ser extraída em explorações pontuais.

Dependendo da profundidade da qual se ganha uma energia geotérmica, as seguintes distinções são feitas, explorações geotermais de superfície tomam lugar até a uma profundidade de 500 m, enquanto aplicações geotermais de profundidade atingem os 3 km de profundidade. As temperaturas dos solos flutuam durante o ano e estão dependentes da profundidade das aplicações. Em adição à temperara dos solos, com algumas circunstâncias o recurso ao ar, águas negras quentes, água de profundidade podem ser utilizadas como substituto.

+ Tubos terrestres e labirintos geotermais

Ar arrefecido no Verão, antes de ser utilizado num edifício, pode ser guiado através de tubos colocados no solo ou num labirinto de betão construído no subsolo. Em adição ao arrefecimento, este ar pode ser pré aquecido no Inverno para providenciar aquecimento, onde a desumidificação do ar exterior nestes sistemas é também possível.

+ Cogeração ou instalações combinadas de aquecimento (CPH)

Inalações de cogeração utilizam o calor de um motor ou central eléctrica para simultaneamente gerar electricidade e calor reutilizável. São formas mais eficientes de utilizar a energia final que nas centrais convencionais ou nas instalações termoeléctricas. Nas instalações tradicionais é conseguido um desempenho de cerca de 35%, ou seja, apenas 35% está ser convertido em electricidade enquanto o restante está a ser convertido em enérgica calorífica.

Para se obter uma maior eficiência, muitas centrais foram convertidas em centrais de produção através da energia do calor. Neste caso, as percas de calor são um subproduto da geração de energia que é utilizado para a geração de energia térmica, com um resultado de eficiência em cerca de 90% da energia inicial. Uma instalação que produz electricidade, calor e energia de arrefecimento é denominada de trigeração ou de poligeração. O resultado, são coeficientes anuais de alto desempenho para estas instalações de cogeração.

Instalações de cogeração devem alcançar ou exceder uma operação mínima anual de tempo na ordem dos 4500 h/a de modo a serem económicos. Se grandes complexos de edifícios necessitam de geradores a diesel de emergência, pode ser do interesse a utilização de instalações de cogeração de modo a providenciar um funcionamento contínuo. Estes equipamentos são actualmente abastecidos por combustíveis fósseis leves, como o gás natural, mas no futuro, combustíveis para estes sistemas serão da família das combustíveis renováveis como o biodiesel e o biogás.

+ Tecnologia de células de combustível

Células de combustível para a geração de energia térmica e eléctrica estão já em uso e muitas aplicações de teste têm uma capacidade de gerar uma alimentação eléctrica de cerca de 200 kW. Sistemas alternativos e adicionais de capacidade de geração de 5 kW estão já disponíveis para uso residencial. Para aplicação em edifícios, células de alta temperatura que utilizam gás e, no futuro hidrogénio, são já utilizadas, originam uma eficiência na produção de geração de electricidade na ordem dos 50% e produzem temperaturas de exaustão de gás entre os 80 e 180 ºC.

Células de combustível é vista como uma tecnologia ambientalmente amiga em relação às tecnologias de cogeração devido à não emissão de dióxido de carbono para a atmosfera. O princípio de funcionamento das células de combustível é uma combustão sem chama de gás natural ou hidrogénio

na presença de um electrólito. São habitualmente distinguidas pelo tipo de electrólito utilizado ou de acordo com a temperatura de operação, células de alta ou baixa temperatura.

+ Energia eólica

A produção de energia eólica através de turbinas, perto ou integradas nos edifícios, é problemática e sem perspectivas de grandes e novos desenvolvimentos num futuro próximo. Rotores de eixos verticais colocados no topo dos edifícios são capazes de fornecer apenas um pequena porção das necessidades de energia dos edifícios. Os sistemas da aerodinâmica dos edifícios não representam optimizações, quer espaciais como de energia. Perto dos rotores, impactes acústicos negativos, vibração e distúrbios electromagnéticos, apresenta-se como não desejáveis para um edifício.

+ Energia térmica solar

Tecnologia que converte a energia do Sol em energia térmica e, dependendo da amplitude da temperatura, há uma variedade de sistemas e soluções [3]:

- **Absorção solar:** São placas mate realizadas em neoprene de alta qualidade e que têm um colector vulcanizado e um distribuidor de calor integrado nas placas. Necessitam de ser resistentes a temperaturas entre os -50 até 60 ºC e possibilitarem uma limpeza. Estas placas de absorção solar podem ser adicionadas e integradas em superfícies de coberturas ou colocadas em inclinação. Conseguem-se valores de temperatura de água até 60ºC e o seu uso recorrente é o aquecimento de água. A área de superfície das placas de absorção solar é de aproximadamente 50 a 80% da superfície de água que necessita de ser aquecida;
- **Colectores solares planos:** Consistem num conjunto de tubos e superfícies de absorção de calor agrupados e em geral protegidos por uma cobertura de vidro translúcido. A radiação solar é absorvida na maior parte devido aos revestimentos especiais nos colectores, as emissões dos quais são mantidos num mínimo e, a energia calorífica capturada é transportada para tanques que utilizam a água como meio. Estes tanques devem ser concebidos para evitar a corrosão e o congelamento, dependendo da localização climática. Para obter uma ganho máximo de energia, os colectores necessitam de ser ajustados com precisão para uma posição favorável solar;
- **Sistema fotovoltaicos:** Células solares ou elementos fotovoltaicos são componentes que converte a energia na luz directamente em energia eléctrica. O princípio que subjaz a este processo é chamado de efeito fotovoltaico, uma subcategoria do efeito interno fotovoltaico. Num futuro espera-se que este sistema seja optimizado para produzir uma grande quantidade da energia necessária, talvez a maior percentagem de todas as energias renováveis. O alcançar teórico de uma eficiência térmica dos sistemas que utilizam os raios solares é de 85%. No entanto, como apenas um espectro limitado da luz solar é utilizado, o valor teórico de 85% é reduzido para aproximadamente 29% para células solares baseados no silício.

Processos de manufactura podem ser agrupados em [3]:

- As células solares são manufacturadas com sílica recorrendo a uma tecnologia de lâminas. Neste processo, sílica fundida é cortada em pequena lâminas, método que resulta em eficiências de entre 10 e 18%, ainda que em alguns casos especiais se possa obter valores de 30%;
- Em métodos de produção alternativos, a sílica é transformada em tiras finas e ininterruptas, que posteriormente são cortadas. Este método resulta num menor desperdício de material e na redução no uso da energia na produção. A eficiência por módulo para cada célula anda à volta de 13%;

- Uma nova tecnologia chamada, camada de filme fino, utiliza um método de sedimento de vapor químico, para formar uma fina camada semicondutora numa superfície, vidro ou folhas de aço inoxidável, concebidas na forma final de painéis. Estes revestimentos são 100 vezes mais finos que uma convencional folha de sílica, mas cuja eficiência apenas se situa entre os 6 e 8%;
- Outro método de produção denomina-se de sílica cristalina no vidro, que consiste em revestir uma microcamada do semicondutor directamente numa superfície de vidro e aquecê-lo até à etapa da cristalização. Eficiência das células manufacturadas deste modo situa-se nos 8%;
- Em alternativa ao vidro um conjunto de outra variedade de materiais transporte são possíveis, incluindo folhas metálicas, polímeros e diversos materiais cerâmicos, têm no entanto de serem capazes de suportar temperaturas até 500 ºC.

Tabela 4.31: Tecnologias comuns de baixas ou zero emissões e aplicações típicas [28]

Tecnologias de baixo ou zero emissões de carbono	**Tipo de aplicação global**	**Tipo de aplicação em edifícios**
Baixo carbono		
Queima gás natural	▪ Produção de grande escala de aquecimento por zonas.	▪ Geração de pequena escala para edifícios individuais.
Tri-geração; gás natural e arrefecimento por absorção	▪ Produção de grande escala de aquecimento por zonas e arrefecimento por absorção local.	▪ Geração de pequena escala para edifícios individuais.
Células de combustível	▪ Fase embrionária de desenvolvimento.	▪ Fase embrionária de desenvolvimento.
Energia a partir dos desperdícios e tratamentos térmicos avançados	▪ Aplicações de grande escala para locais com produção de lixos significativa.	
Renovável		
Aquecimento solar água e colectores de ar solar	▪ Aplicação limitada.	▪ Tecnologia integrada nos edifícios aplicada a edifícios individuais.
Turbinas eólicas	▪ Grandes turbinas eólicas para grandes implantações que acomodem turbinas individuais.	▪ Turbinas eólicas e pequena escala integradas nos edifícios.
Fotovoltaico	▪ Aplicação limitada.	▪ Fotovoltaico integrado nos edifícios.
Aquecimento biomassa	▪ Aquecimento de comunidades de biomassa para grandes empreendimentos.	▪ Caldeiras para biomassa para edifícios individuais.
Aquecimento biomassa com arrefecimento por absorção	▪ Aquecimento e arrefecimento de comunidades de biomassa para grandes empreendimentos.	
Aquecimento combinado com biomassa	▪ Actualmente apenas disponível a grande escalas.	▪ Actualmente não disponível para pequena escala.
Energia a partir dos desperdícios	▪ Aplicações de grande escala para locais com produção de lixos significativa.	
Hidroeléctrica de pequena escala	▪ Apropriados para locais com cursos de água que tenha correntes significativas.	▪ Apenas apropriado para locais com cursos de água que tenham correntes significativas.
Aquecimento e arrefecimento telúrico	▪ Estacas e estruturas subterrâneas que sirvam mais do que um edifício, conectados com aquecimento e arrefecimento comunitário.	▪ Estacas e estruturas subterrâneas que sirvam edifícios individuais.

4.4.3.1 Armazenamento de energia

O tópico do armazenamento de energia, em especial da energia proveniente das fontes renováveis, não é apenas importante como em alguns aspecto muito complexo. Necessita de ser uma parte integrante e significativa do fornecimento de energia no futuro [96].

+ Baterias

Os sistemas de baterias actuais que são utilizados em edifícios não são suficientes para garantir o fornecimento de grande escala. Algumas companhias desenvolvem sistemas de baterias do tamanho de contentores com capacidade de armazenagem de 4 MWh de energia. Este tipo de baterias será necessária no futuro para algumas aplicações, já que a energia produzida pelos parques eólicos, instalações de produção de energia da água, e da energia solar, necessita de ser armazenada.

+ Armazenagem de hidrogénio

Após a separação, o hidrogénio pode ser armazenado em tanques numa pressão operacional até 300 bar na forma de hidrogénio e oxigénio. Neste modo, é uma fonte de energia ideal para ser transportada e armazenada, contudo os custos envolvidos são ainda consideráveis. Todos os gases para combustão derivados das fontes renováveis são bons candidatos para este tipo de exploração. A facilidade de armazenamento torna-os independentes do ciclo da sua geração, significando que estes podem ser armazenados e utilizados quando uma necessidade de energia surge.

+ Armazenagem de água

O armazenamento de água em combinação com grandes reservatórios é habitualmente associado à produção hidroeléctrica. Bombeamento da água armazenada é um método de armazenamento e produção de energia eléctrica para suprir os grandes picos de procura através do movimento de água entre reservatórios em níveis diferentes. A água é bombeada para um reservatório numa altitude superior e, de seguida, quando a necessidade de produção de energia aumenta, atravessa os geradores em direcção aos reservatórios nos níveis inferiores.

+ Armazenamento de ar comprimido

Sistemas de armazenamento de ar comprimido operam em princípio de forma similar aos sistemas de armazenamento de água. Durante uma baixa procura, o ar comprimido é gerado a pressões entre 50 a 70 bar, o qual é armazenado em apropriadas formações geológicas subterrâneas. Em alternativa, este tipo de armazenamento pode ser substituído por grandes tanques à superfícies. Num futuro, este sistema, como no sistemas que utilizam a água, desempenharão uma papel cada vez de menor importância.

+ Armazenamento de água quente

Tanques de armazenamento de água quente, são unidades nas quais a água está a uma temperatura aproximadamente 160 ºC e a pressões entre os 16 a 20 bar podem ser armazenadas. Nestes casos, o uso é habitualmente localizado porque envolve volumes de admissão de armazenamento apenas para um período de operação de cerca de 10 horas.

+ Armazenamento de gelo

Tal como os sistemas de armazenamento de água quente, os sistemas de armazenamento de água são tipicamente utilizados em pequenas unidades ou nas imediações dos edifícios. São concebidos de forma mais corrente para garantir a energia de frio do espaço temporal de um dia de um edifício ou, aproximadamente 250-300 kWh/m^3. Operam sobre os princípios de percentagens de arrefecimento contida na água ou utilizam salmoura para armazenar energia de arrefecimento abaixo do ponto de congelamento.

+ Volantes de armazenamento de energia (Flywheel Energy Storage, FES)

Em certas circunstâncias, energia eléctrica pode ser armazenada quando um excedente é utilizado para a aceleração de um volante com uma rotação na ordem dos 15000 RPM. Este tipo de sistema representa uma forma muito limitada de armazenamento de energia e é habitualmente utilizada em situações locais nos edifícios. Em décadas recentes este sistema foi utilizando principalmente para garantir o fornecimento ininterrupto de energia para as centrais informáticas.

Todas as fontes de energia renovável nos estados sólido, líquido e gasoso, são passíveis de serem armazenados e esta possibilidade fará parte da matriz energética. No futuro próximo, quando o Mundo for abastecido em maioria pelas energias renováveis, o tipo de tecnologia de armazenamento será de grande importância, já que formas de produção de energia como o vento e o sol não são contínuas. O mesmo se aplica para a produção de energia a partir das ondas e das correntes.

4.4.4 Tecnologias emergentes e perspectivas futuras

+ Energia para o futuro

Necessidade de consumo de electricidade irá aumentar de forma exponencial a nível mundial. A próxima revolução estará no estabelecer de uma mudança entre mega centrais eléctricas e no criar redes a nível nacional e local de dimensão mais reduzida. Grandes redes territoriais são ineficientes e dispendiosas em comparação a redes de menor dimensão, já que as primeiras estão sujeitas a falhas frequentes e a percas de 10% no transporte. As novas redes inteligentes têm tanto a capacidade de distribuir como de receber electricidade [96].

Recursos a células de combustível, com origem na energia a partir de micro-turbinas, painéis solares e hidrogénio que funcionem com apoio de armazenadores. As células de combustível são reactores que combinam hidrogénio e oxigénio para produzir electricidade, calor, e água. Baterias com capacidade de regeneração contínua nas quais o equivalente químico da combustão toma a posição de libertar a energia.

A produção de electricidade a partir dos esgotos através do processo de decomposição que produz biogás, o qual, abastece geradores convencionais. Novo horizonte está direcionado na produção de energia a partir de combustível produzido por microrganismos, utilização de bactérias no tratamento de esgotos que recorre a enzimas para oxidar o material orgânico e no processo libertar electrões.

O propósito máximo para a energia é uma célula de combustível que crie electricidade com absolutamente nenhuma emissão poluente. Será possível quando o processo electrolítico conseguir separar a água em oxigénio e hidrogénio através de sistemas de energia renovável não dependentes dos combustíveis fósseis.

+ Próxima geração de células solares

As células solares do futuro utilizarão tecnologia de filmes finos, óxido de titânio revestidos com nanocristais, que permitam uma mímica da fotossíntese, como a capacidade de absorver luz das partes vermelhas e verdes do espectro solar, e custar uma facção do preço das actuais células baseadas em silício. Próximos desafios estão na capacidade de produzir células que absorvam a luz do espectro de infravermelhos.

+ Fotossíntese artificial

A fotossíntese é o mecanismo mais eficaz de conversão da energia solar existente no planeta. Neste processo, a luz solar divide a água nos seus constituintes, oxigénio, hidrogénio, e electrões. A partir da identificação dos mecanismos da fotossíntese natural, centro catalítico, é possível estabelecer princípios

para desenvolver uma fotossíntese artificial. A diferença entre uma fotossíntese natural e uma artificial, é que a segunda estará concebida apenas para produzir hidrogénio. A tecnologia celular solar atingirá o derradeiro desafio quando associado a um sistema eficaz de armazenamento de electricidade.

+ Armazenamento de energia

Produção de baterias totalmente em plástico, células operacionais produzidas a partir de polímeros que são simultaneamente o ânodo e o cátodo, através de um gel especial como o electrólito. Pelo desenvolvimento de supercondutores de alta temperatura há a perspectiva de armazenar grandes quantidades de electricidade num anel de cabos supercondutores. A electricidade circulará à volta dos cabos com nenhuma perca de energia, excepto quando seja necessário para a rede ou uma utilização autónoma. Estes reservatórios de supercondutores são o ideal para armazenamento de energia de fontes renováveis. Estes sistemas têm a capacidade de armazenar energia química ou cinética, de modo a serem convertidos em electricidade.

+ Armazenamento de hidrogénio

Nanofibras de carbono constam em cilindros 0,4 nanometros de diâmetro que têm o tamanho exacto para acomodar um átomo de hidrogénio. Um pacote de nanofibras tem a capacidade de armazenar até 70% de hidrogénio. Um cartucho destas células têm a capacidade de abastecer um automóvel para percorrer 5000Km, para os edifícios, esta tecnologia terá um grande potencial.

+ Avanços na iluminação

Uma vez que a iluminação contribui para o consumo de quantidades significativas no consumo dos edifícios, a utilização de tecnologia LED irá oferecer uma redução significativa na poupança de custos anuais. Com o desenvolvimento desta tecnologia, um edifício terá a capacidade de se tornar autónomo e passará ser uma realidade económica, evitando-se assim a necessidade de ligação a uma rede externa.

+ Revolução fotónica

Computadores são um dos elementos consumidores de energia, não somente pela sua utilização de electricidade, mas o calor que produzem tem de ser descartado mecanicamente. Com a introdução tecnologia fotónica, os computadores serão muito mais rápidos e utilizando uma fracção da energia actual, e sem o gerar de calor.

+ Materiais inteligentes

Materiais inteligentes desempenham as suas funções de acordo com as propriedades intrínsecas de cada material. Em muitas situações, os materiais irão substituir as operações mecânicas. Alvenarias que alteram as propriedades de isolamento dependendo, das temperaturas exteriores de modo a maximizar a eficiência energética. Em geral, os sistemas inteligentes podem ser classificados entre sensores e actuadores. Os sensores são mecanismos de respondem a mudança no meio envolvente e respondem de forma correspondente, os actuadores, fazem as coisas acontecer, são mecanismos de controlo que têm a capacidade de agir de acordo com as necessidades específicas.

+ Fluidos inteligentes

Certos fluidos, quando introduzidos num campo magnético forte podem alterar a sua forma para um estado quase sólido. Podem ser utilizados para substituir uma gama imensa de dispositivos mecânicos como, por exemplo, para eliminar vibrações mecânicas. Uma outra dimensão dos materiais ditos inteligentes, são aqueles que apresentam capacidade de aprender e que ficam mais inteligentes com o tempo. Têm uma capacidade interna de inteligência e uma capacidade de optimizar a sua performance em resposta a informação de retorno.

§

CAPÍTULO 5: Gestão Sustentável Integrada

5.1 Abordagem Estratégica

Uma redução substancial de emissões de CO_2 a partir do consumo de energia nos edifícios pode ser alcançada nos próximos anos utilizando as tecnologias já existentes para uma eficiência energética. Uma parte destas reduções pode ser atingida a partir de uma redução de custos do ciclo de vida, providenciando reduções nas emissões de CO_2 que têm um benefício financeiro para além de um custo.

5.1.1 Políticas e instrumentos

No âmbito do ambiente construído sustentável, a OCDE, *Organisation de Coopération et de Développement Economiques,* estabelece uma listagem de recomendações no que concerne a um enquadramento de políticas e instrumentos [97]:

+ Enquadramento de políticas gerais

- Estabelecer estratégias nacionais para melhoramento do desempenho ambiental no sector da construção;
- Estabelecer um quadro de monitorização do desempenho ambiental no sector da construção;
- Desenvolvimento de parcerias entre os governos e a indústria para o suporte de pesquisa e desenvolvimento, tal como a difusão de tecnologia;
- Introdução de estratégias públicas de compra sustentáveis para o sector da construção;
- Minimização dos custos administrativos pela eliminação da duplicação dos actos administrativos;
- Realização de um maior número de avaliações à posteriori dos instrumentos políticos, recorrendo a uma maior cooperação internacional.

+ Instrumentos para redução de emissões de CO_2 dos edifícios

- Coordenar apropriadamente os instrumentos reguladores e não reguladores;
- Aumento da eficácia ambiental e económica da regulação no sector da construção de edifícios;
- Desenvolvimento de sinergias pela combinação de instrumentos económicos e das ferramentas de informação;
- Colocação de uma maior ênfase no melhoramento da eficiência energética nos edifícios existentes;
- Realizar uma análise extensiva no custo da eficácia das medidas da eficiência energética.

+ Instrumentos para prevenção da poluição do ar interior

- Melhorar a qualidade dos materiais de construção através da implementação de instrumentos alvo para os fabricantes de materiais de construção;
- Evitar fornecer informação dispersa aos consumidores;
- Realizar mais estudos dos mecanismos causadores da poluição do ar interior;
- Estabelecer um quadro de referência para identificar novos e emergentes problemas causados pelo ar interior.

+ Instrumentos para minimizar os desperdícios da construção e demolição

- Criar uma sinergia para minimizar os desperdícios através da coordenação de instrumentos políticos em todas as fases do ciclo de vida dos edifícios;
- Reduzir os elementos dos desperdícios da construção e demolição com uma combinação de instrumentos económicos e reguladores;
- Estabelecer fluxos de materiais sustentáveis dentro do sector da construção através da promoção do uso de materiais reciclados na indústria;
- Encorajar uma resposta proactiva dos empreiteiros para a redução dos desperdícios da construção;
- Continuação da exploração das possibilidades de tomar medidas para melhorar o desempenho na redução da produção de desperdícios na indústria da construção.

Tabela 5.1: Políticas para redução emissões de gases com efeito de estufa dos edifícios [98]

Instrumentos de controlo e de regulação		**Instrumentos económicos e baseados no mercado**	**Instrumentos fiscais e incentivos**	**Suporte, informação e acção voluntária**
Normativo	*Informativo*			
▪ Normas para equipamentos. ▪ Legislação para edifícios. ▪ Regulamentos de aquisição. ▪ Quotas e obrigações de eficiência energética.	▪ Auditorias obrigatórias. ▪ Programas de gestão dos equipamentos. ▪ Programas de certificação e etiquetagem.	▪ Contrato para desempenho de energia. ▪ Aquisição cooperativa. ▪ Esquemas de certificados para eficiência energética. ▪ Mecanismos flexíveis de Quioto.	▪ Taxação. ▪ Redução e suspensão de taxas. ▪ Custos e benefícios públicos. ▪ Empréstimos e subsídios.	▪ Certificação e etiquetagem voluntária. ▪ Acordos voluntários e negociados. ▪ Programas de liderança pública. ▪ Programas de revelação e facturação detalhada.

5.1.1.1 Implicações futuras

O *U.S. Building Green Council,* estabelece e determina um determinado número de abordagens e estratégias, essenciais para o desenvolver futuro dos edifícios sustentáveis [99].

+ Verificação e avaliação de desempenho

Transformar a indústria da construção pelo delinear de uma verificação e avaliação de desempenho sobre todo o espectro dos objectivos ambientais para providenciar um retorno para melhorar os processos de concepção, construção e operação:

- Identificar elementos de verificação disponíveis e não disponíveis para os edifícios e as comunidades;
- Redefinir os elementos de verificação e desenvolver novos elementos para responder a estas falhas;
- Desenvolver medições e reportar protocolos, benchmarks e bases de dados;
- Avaliar o desempenho actual dos edifícios e das comunidades;
- Desenvolver sistemas de certificação e avaliação.

+ Procedimentos de concepção dos edifícios e processos operacionais

Transformar a concepção, construção e processos operacionais através de informação de qualidade, ferramentas e metodologias para melhorar as decisões:

- Aumentar a previsibilidade de resultados dos projectos de concepção e construção;
- Desenvolver metodologias de análise e concepção e ferramentas para um melhor apoio na concepção, construção e operação de edifícios eficientes energeticamente e ambientalmente receptivos;
- Providenciar pesquisa nos custos e benefícios dos novos procedimentos de concepção dos edifícios;
- Providenciar pesquisa nas conexões entre a concepção, procedimentos, ferramentas e sistemas com objectivos sustentáveis.

+ Rentabilidade e valor financeiro

Melhor entendimento dos factores financeiros e económicos das concepções sustentáveis através de informação de alta qualidade, análise e ferramentas:

- Identificar custos e benefícios das concepções sustentáveis dentro de um modelo financeiro;
- Desenvolver ferramentas apropriadas para facilitar uma avaliação da propriedade eficaz e decisões de casos financeiros relacionados com os projectos sustentáveis;
- Providenciar uma pesquisa sobre os impactes económicos das políticas e normas relacionadas com projectos sustentáveis.

A UNEP, *United Nations Environment Programme,* identifica no relatório, *Buildings and Climate Change: Status, Challenges and Opportunities,* os desafios e oportunidades associadas nas acções a tomar em consideração, no que concerne às respostas dos edifícios às alterações climáticas (Tabela 5.2).

Tabela 5.2: Edifícios e alterações climáticas: Desafios e oportunidades [39]

Acções	**Recomendações**
Políticas	▪ O comportamento do sector da construção é influenciado por um conjunto diverso de autoridades, clientes, financiadores, investigadores, que abrangem a soma de todos os aspectos das actividades na indústria da construção. ▪ Políticas governamentais têm um papel importante, não apenas na influência do sector da construção, mas também no comportamento dos restantes actores da indústria, estas políticas não são sempre concebidas tendo em conta o impacte consequente que vai para além do grupo directo. ▪ Há uma necessidade para que as políticas e as ferramentas associadas encorajem um maior apoio para a eficiência energética nos edifícios, incluindo políticas relacionadas com a redução de preços e taxação, conhecimento e educação, acesso à tecnologia, segurança. ▪ Importância que os requisitos funcionem em harmonia entre eles, evitando enviar sinais aos grupos alvo sobre o seu comportamento desejável. Exemplos actuais apreendidos a partir de políticas individuais foram já documentadas com o entendimento de quais ferramentas são úteis e em que circunstâncias.
Benchmarking {continua}	▪ Há uma necessidade para quantificar o que pode constituir um edifício de eficiência energética sob diferentes condições e de quantificar os benefícios associados em termos económicos, como em termos de emissões de gases com efeito de estufa. ▪ Benchmarks são necessários para, desenvolver normas nacionais para edifícios de eficiência energética; apoiar mecanismos de redução nacionais e internacionais para se definir uma performance convencional em comparação a um desempenho de eficiência energética; providenciar uma base para identificar e quantificar a projecção de benefícios para investimentos nos edifícios de eficiência energética; apoiar os esforços no desenvolvimento de o sector da construção com base de aplicação no princípio de *triple bottom-line.*

Regulamentos	▪ A regulamentação está consignada a diferentes graus, dependendo da relevância percepcionada dos assuntos regulados e o nível de cumprimento da legislação. A regulamentação providencia um padrão importante e uma referência do que é considerado um requisito mínimo nos contextos nacionais. ▪ Mesmo que a legislação não seja capaz de impor nos envolvidos um processo de cumprimento total, preenche ainda uma função importante em sustentar outras ferramentas e medidas que apontam para os mesmos objectivos, no caso concreto, na melhoria da eficiência energética e redução dos gases de efeito de estufa. ▪ Importante garantir que regulação apropriada está disponível e que esta origina sinais relevantes numa redução desejada de energia no consumo e emissões associadas. A regulamentação deve abranger a utilização de energia sobre o lapso de tempo global do edifício e ser aplicado aos novos edifícios, assim como, nos já existentes.
Ferramentas económicas	▪ Estas ferramentas podem incluir um grande conjunto de diferentes tipos de medidas que têm um impacte económico numa actividade. Estas ferramentas podem ser restritivas, como, taxas, honorários, ou de capacitação, como reembolsos, oportunidades preferenciais, suspensão de taxas. ▪ Como os factores económicos, custos, retornos de investimento, são considerações primárias quando as decisões são tomadas no como os edifícios são concebidos, construídos e operados, as ferramentas económicas são poderosos aliados para alteração no comportamento dos decisores. ▪ Necessidade de enviar que sinais económicos apropriados são enviados ao sector da construção, no criar de condições de mercado que originem vantagem económicas quantificáveis para os edifícios que são construídos e operados, para a obtenção de uma eficiência energética. ▪ É importante garantir que os sinais económicos são enviados aos actores correctos, as ferramentas económicas que encorajam uma redução no uso de energia podem ser de importância significativa para os habitantes já que as facturas de electricidade podem ser uma parte significativa dos custos de operação. ▪ Ferramentas económicas são necessárias para a colecta de dados e desenvolvimento de métodos que possam suportar os investidores a tomarem uma acção mais proactiva na identificação e quantificação dos benefícios económicos dos investimentos em edifícios mais eficientes energeticamente.
Educação e aumento do conhecimento	▪ Aumento do conhecimento geral em relação aos benefícios da eficiência energética nos edifícios como elemento base para potencializar mudanças no comportamento dos decisores, pela introdução destes temas nos currículos escolares. ▪ Esforços devem ser realizados em conjunto com ferramentas e indicadores que possam ser utilizados para identificar edifícios com uma eficiência energética, como a certificação e etiquetagem de produtos e edifícios. ▪ Necessidade de construir conhecimento para os países em desenvolvimento, de modo a suportar um sector da construção na direcção de um desenvolvimento menos consumidor de energia.
Entendimento do comportamento humano	▪ Independentemente da concepção correcta dos edifícios do ponto de vista energético, o desempenho depende em grande medida de como os ocupantes vivem, trabalham, e até que ponto utilizam a provisão da eficiência energética. ▪ O aumento da eficiência energética requer escolhas conscientes e responsáveis na utilização dos edifícios. Quanto mais se compreender as lógicas do ser humano melhores possibilidades em se ter sucesso com as tecnologias escolhidas.
Aplicação de novas políticas no sector público	▪ Políticas de eficiência energética implementadas no sector público e aplicadas quando as autoridades e outras organizações públicas e companhias estão a adquirir, contratar, operar edifícios, podem criar uma procura para edifícios eficientes energeticamente que possam ter um impacte directo no mercado. ▪ Governos devem explorar as oportunidades para influenciar o sector da construção não apenas como regulador, mas como um actor, funcionando como exemplo para o sector privado.
Apoiar as transferências de tecnologia	▪ Tecnologia para melhorar a eficiência energética nos edifícios está já disponível e continua a ser desenvolvida. No entanto nem todas as tecnologias são adequadas para todos os edifícios e, estas tecnologias e soluções não estão acessíveis a todos. ▪ Necessário um esforço de transferência de tecnologia, no entendimento que o sucesso desta transferência baseia-se no funcionamento de muitos componentes a poderem funcionar em conjunto. ▪ Oportunidades baseadas no protocolo de Quioto, para melhorar o acesso às tecnologias, pelo disponibilizar de informação sobre oportunidades de melhoramento da eficiência energética.

5.1.1.2 Descarbonização da indústria da construção

Devido ao longo tempo de vida dos edifícios e respectivo equipamento, tal como às inúmeras barreiras de mercado, é necessário recorrer a políticas integradas para obter uma redução de emissões de gases com efeito de estufa (Tabela 5.3).

Tabela 5.3: Políticas para redução emissões de gases com efeito de estufa dos edifícios [98]

Políticas	**Definição**
Aplicação de normas	▪ Definição de um nível mínimo de eficiência energética para uma classe de produto em particular como, os frigoríficos, a serem cumpridos pelos produtores.
Legislação construção	▪ Dirigir a utilização da energia da totalidade de um edifício ou de um sistema, como o aquecimento ou o ar condicionado.
Regulamentação aquisição	▪ Fornecimento de uma eficiência energética no processo de aquisição público.
Quotas e obrigações da eficiência energética	▪ Requisitos para que fornecedores de electricidade e de gás tenha objectivos relacionados com a eficiência energética.
Programas de etiquetagem obrigatórios	▪ Apresentação obrigatória de informação aos consumidores finais sobre o desempenho dos produtos, dos electrodomésticos aos edifícios.
Programas obrigatórios de auditoria	▪ Avaliações obrigatórias e gestão de energia nos edifícios comerciais, industriais e privados, existência de subsídios por parte dos governos.
Gestão de zonas de equipamentos	▪ Planeamento, implementação e monitorização das actividades relacionados com a eficiência energética das zonas de equipamentos.
Contracto para o desempenho de energia	▪ Contracto para garantir um economizar de energia de um local durante um determinado período de tempo. Implementação de melhorias relacionada com eficiência energética paga pela redução de custos obtidos pelo economizar de energia.
Aquisição cooperativa	▪ Compradores privados que adquirem grandes quantidades de equipamentos utilizadores de energia, com trabalho em conjunto para uma definição de requisitos para obter melhoramentos na eficiência dos produtos, seguindo as melhores práticas.
Esquemas de certificação de eficiência energética	▪ Certificados de energia comerciáveis, certificados brancos.
Mecanismos flexibilidade Quioto	▪ Implementação conjunta e mecanismos de desenvolvimento limpo.
Taxação em CO_2 ou combustíveis domésticos	▪ Imposto pelos governos num determinado ponto da cadeia de fornecimento da energia. Objectivo é o de aumentar o preço final que os consumidores pagam para cada unidade de energia do fornecedor.
Reduções e suspensão de taxas	▪ Utilizado para proporcionar sinais para promoção do investimento na eficiência energética para os consumidores finais.
Custos benefícios públicos	▪ Angariar fundos a partir do mercado de energia que possam ser direccionados para actividades relacionadas com a eficiência energética.
Empréstimos e subsídios	▪ Suporte financeiro para a compra de equipamentos e edifícios eficientes energeticamente.
Certificação e etiquetagem voluntária	▪ Fornecer informação aos consumidores finais sobre o desempenho final da utilização da energia de produtos, equipamentos e edifícios.
Acordos voluntários e negociados	▪ Envolver um acordo formal entre governos e as empresas e organizações, que certifiquem que essas empresas e organizações desenvolvem acções específicas para aumentar a eficiência e utilização de energia.
Programas de liderança pública	▪ Programas de eficiência energética na administração pública, projectos de demonstração para mostrar ao sector privado e, qual a economia e tecnologias possíveis.
Aumento do conhecimento, educação e campanhas de informação	▪ Instrumentos concebidos pelas agências governamentais com a intenção de alteração dos comportamentos individuais, atitudes, valores ou conhecimento.
Programas de revelação e facturação detalhada	▪ Apresentar informação detalhada relacionada com consumo de energia ao consumidor final, na facturação ou directamente nos contadores.

+ Mitigação de carbono nos edifícios

Implementação de uma mitigação de carbono nos edifícios está associado a um maior número de co--benefícios. Uma vez que uma avaliação financeira é limitada, é estimado que o valor global seja maior do que aquele relacionado com os benefícios de uma poupança de energia. Benefícios económicos incluem a criação de emprego e oportunidades de negócio, um aumento de competitividade económica e segurança na utilização da energia. Outros benefícios incluem o bem-estar comum social, aumento no acesso aos serviços de energia, melhoria na qualidade do ar interior e exterior, como um aumento de conforto, saúde e qualidade de vida [100].

+ Barreiras de mercado

Há no entanto um conjunto de barreiras de mercado que necessitam de ser ultrapassadas através de um melhoramento no fazer cumprir de políticas e programas que busquem uma eficiência energética e uma descarbonização para alcançar um potencial de mitigação a baixo custo.

Estas barreiras incluem [100]:

- Grande custo na angariação de informação fiável nas medidas sobre eficiência energética;
- Falta de incentivos apropriados;
- Limitações no acesso a financiamento;
- Subsídios nos preços de energia;
- Fragmentação da indústria da construção e no processo de concepção em diversas profissões, associações, fases de trabalho e indústrias.

Tabela 5.4: Taxonomia das barreiras que retardam a penetração de práticas e tecnologias de eficiência energia no sector da construção [100]

Barreia	Definição	Exemplos
Benefícios e custos financeiros	▪ Rácio do custo de investimento em relação ao valor de economia da energia.	▪ Grandes custos iniciais para equipamento mais eficiente. ▪ Falta de acesso a financiamento. ▪ Subsídios de energia. ▪ Falta de internalização de custos ambientais e de saúde e de outros custos externos.
Benefícios e custos escondidos	▪ Custo ou riscos, reais ou percepcionados, que não são apreendidos directamente nos fluxos financeiros.	▪ Custos e riscos dado o potencial de incompatibilidades, riscos de performance e custos de transacção. ▪ Falta de qualidade nos serviços energia, em especial nos países em desenvolvimento.
Falhas de mercado	▪ Estruturas de mercado e obrigações que impeçam um investimento consistente entre investimentos específicos de eficiência energética e os benefícios de economizar energia.	▪ Limitações no processo tradicional de concepção de edifícios. ▪ Estrutura de mercado fragmentada. ▪ Barreiras administrativas e de regulação. ▪ Informação imperfeita.
Falta de optimização comportamental e organizacional	▪ Conduta comportamental de indivíduos e características organizacionais de companhias que promovem as tecnologias e as práticas da eficiência energética.	▪ Tendência para ignorar pequenas oportunidades para a conservação de energia. ▪ Falhas organizacionais. ▪ Tradição, comportamento, falta de consciência. ▪ Corrupção.

O recurso a estratégias para a eficiência energética permite alcançar um determinado número de benefícios para os diferentes intervenientes da indústria da construção (Tabela 5.5).

Tabela 5.5: Benefícios para a eficiência energética [26]

Para os investidores	Para os utilizadores	Para as comunidades locais
▪ Respostas mais favoráveis para desenvolvimento de propostas dos planeadores e promotores de empreendimentos. ▪ Melhoria de reputação com as autoridades locais e outros promotores originando um aumento de oportunidades de desenvolvimento. ▪ Redução de risco pelo surgimento de nova legislação. ▪ Benefícios económicos como ajudas de capital especificas.	▪ Menores custos de funcionamento para os utilizadores dos edifícios, uma vez que há uma redução das facturas com aquecimento, arrefecimento e electricidade. ▪ Maior utilização de iluminação natural provoca um maior sentido de bem-estar. ▪ Habitações mais aquecidas garantem protecção às pessoas mais vulneráveis durante o Inverno.	▪ Benefícios económicos através do uso de materiais e mão-de--obra local. ▪ Aumento do sentimento de comunidade através da partilha das tecnologias renováveis. ▪ Auxilio para alcançar uma redução das emissões de dióxido de carbono a nível local, regional e nacional, melhoramento da qualidade do ar e alvos a atingir na utilização das renováveis.

5.1.2 Legislação e normas

A eficiência energética apresenta-se como um assunto prioritário na União Europeia, a qual providencia um conjunto de políticas e instrumentos legais [86].

Identificam-se os seguintes instrumentos de orientação:

- Declaração de Berlim, Março de 2007;
- Plano de acção para a eficiência energética, Outubro de 2007, COM(2006)545 FINAL;
- Livro verde sobre eficiência energética, Junho de 2005, COM(2005)265;
- Comunicação da comissão sobre a implementação do programa europeu de alterações climáticas, no que concerne à eficiência energética, COM(2001)500 FINAL;
- Livro verde sobre uma estratégia europeia para a segurança do fornecimento de energia, Novembro de 2000, COM(2000) 769 FINAL.

Principais instrumentos legais:

- Directiva do Conselho 2004/8/EC de 11 de Fevereiro de 2004 sobre a promoção da cogeração baseada na emenda da Directiva 92/42/EEC;
- Directiva do Conselho 2006/32/EC de 5 de Abril de 2006 sobre utilização final da eficiência de energia e serviços de energia baseado na directiva do Conselho 93/76/EEC;
- Directiva de enquadramento para determinar os requisitos do eco-design para utilização de energia nos produtos, EuP (2005/32/EC).

Outras ferramentas para implementação de políticas:

- Plano de acção para uma política industrial sustentável;
- Caixa de ferramentas sobre eficiência energética para PMEs desenvolvida no contexto da regulamentação (EMAS);
- Estudos e projectos no enquadramento da *Intelligent Energy Europe* (SAVE), os quais se relacionam com a eficiência energética nos edifícios e na indústria.

5.1.2.1 Legislação europeia para a energia

+ Directiva sobre a eficiência na utilização final de energia e serviços de energia (2006/32/EC)
Directiva que tem como objectivo o aumento da eficiência na utilização final nos estados membros, pela redução do consumo de energia de 9% até 2015. De modo a obter estes objectivos, são implementados diversos instrumentos e programas para a eficiência energética, em especial para o compromisso das entidades públicas em assumirem acção para uma redução do consumo de energia e aquisição de tecnologias eficientes energeticamente.

+ Directiva requisitos de concepção ecológica para produtos consumidores de energia (2005/32/CE)
Directiva que constitui um quadro de definição das especificações comunitárias relativas à concepção ecológica para produtos consumidores de energia de modo a assegurar uma livre circulação desses bens no mercado interno.

+ Directiva europeia de desempenho energético dos edifícios (2002/91/EC)
Directiva que exige que todos os estados membros da União Europeia o desenvolver de procedimentos de cálculo para determinar o desempenho energético de acordo com um conjunto de requisitos deliberados na directiva. Abrange todos os edifícios novos e edifícios existentes com uma área útil de pavimento superior a 1000m^2 que sejam motivo de renovação, valor que será alvo de reavaliação no tempo presente.

A directiva europeia para desempenho energético dos edifícios está suportada em quatro acções [101]:

- **Acção 1:** Estabelecer de uma metodologia comum para cálculo do desempenho integrado energético dos edifícios, o qual pode ser diferenciado a um nível regional;
- **Acção 2:** Requerer aos membros para aplicar o novo método para normas mínimas de eficiência energética para novos edifícios. A directiva requerer também que para os edifícios não residenciais, quando renovados, sejam trazidos para um nível de eficiência similar aos edifícios novos;
- **Acção 3:** Estabelecer um conjunto de métodos de certificação para edifícios novos e existentes, quer residenciais como não residenciais, e aos edifícios públicos a obrigatoriedade de exibir os certificados sobre eficiência energética;
- **Acção 4:** Exige aos estados membros o estabelecer uma inspecção e avaliação regular de instalações mecânicas de aquecimento e arrefecimento.

+ Mandato 343 do CEN
Mandato do *Comité Européen de Normalisation*, encomendo pela Comissão Europeia, para proceder a estudos de cálculo de harmonização da directiva europeia de desempenho energético dos edifícios (2002/91/EC). Mandato que resulta num conjunto de normas que incluem métodos harmonizados de cálculo para o desempenho energético dos edifícios, tal como códigos relacionados com a harmonização para o arrefecimento, ventilação, aquecimento e electricidade.

+ ***Indicação de etiquetas e informação padrão do produto, dos níveis de consumo de energia e outros recursos pelos electrodomésticos (92/75/CEE)***
Directiva que permite uma harmonização das medidas nacionais pela divulgação em etiquetas e nas informações de produto, de dados de consumo de energia e outros recursos essenciais, informação adicional relacionada com diversos tipos de electrodomésticos, para permitir uma escolha informada por parte dos consumidores finais.

5.1.2.2 Legislação europeia para sustentabilidade

+ Estratégia temática no ambiente urbano

Objectivo para a revitalização e tornar corrente principal a gestão ambiental nas maiores cidades europeias para superar as políticas isoladas, edifícios, infra-estruturas, transportes, energia e desperdícios, com um focar global na gestão sustentável urbana, gestão sustentável de transportes, construção sustentável e concepção sustentável urbana. O objectivo é o de desenvolver uma metodologia comum para avaliar a sustentabilidade dos edifícios e do meio ambiente.

+ Directiva produtos de construção (89/106/EEC)

Directiva que estabelece métodos para avaliação dos conteúdos e emissões de substâncias perigosas nos e dos produtos de construção. Relacionado com esta temática, avalia-se a produção e processos da eficiência energética dos materiais de construção e métodos para calcular o desempenho ambiental dos edifícios que estejam ligados ao processo de implementação da directiva (2002/91/EC).

+ Regulamento REACH 1907/2006, registration, evaluation, authorisation and restriction of chemical

Regulamento que tem a iniciativa que os fabricantes e importadores ao importarem mais do que uma tonelada de substâncias químicas por ano tenham a necessidade de proceder a um registo na base de dados da agência europeia para os químicos. Para os produtos de construção, uma maior transparência dos químicos é elemento fundamental para verificar a conformidade na utilização de substâncias perigosas nos trabalhos de construção.

+ Directiva enquadramento dos desperdícios (2006/12/EC)

Directiva que estabelece os requisitos para a permissão e operação das instalações de depósitos dos desperdícios, liga com as opções de diferentes tipos de desperdícios e controla os movimentos dos desperdícios dentro e fora da União Europeia. Focada no estimular a prevenção e a redução de desperdícios e redução do potencial de danos através de tecnologias limpas, novas técnicas de tratamento e produtos mais benignos para o ambiente.

+ Directiva enquadramento água (2000/60/EC)

Estabelece objectivos para garantir uma boa qualidade da água corrente a nível europeu. O sector da construção tem um grande impacte indirecto nos programas de água corrente na Europa, a redução do consumo de água e, desperdícios relacionados com trabalhos e produtos de construção, contribuem de forma significativa para o cumprir dos objectivos da directiva.

5.1.2.3 Legislação nacional para a energia

+ Decreto-Lei nº 78/2006

Define o sistema nacional de certificação energética e da qualidade do ar interior nos edifícios (SCE), pelo estabelecer da obrigatoriedade de apresentação do certificado energético dos edifícios para todos os novos edifícios e fracções autónomas, e para todos aqueles que sejam vendidos ou alugados.

+ Decreto-Lei nº 79/2006

Aprova novo regulamento dos sistemas eléctricos de climatização em edifícios (RSECE), pelo estabelecer de condições a observar no projecto de novos sistemas de climatização, limites máximos de consumo de energia nos grandes edifícios existentes, todos os edifícios novos ou reabilitações dotados de novos sistemas de climatização, os termos de concepção, instalação e condições de manutenção dos sistemas de climatização, condições de monitorização e auditoria do funcionamento de edifícios em termos de consumo de energia e qualidade do ar interior.

+ Decreto-Lei nº 80/2006

Aprova regulamento das características de comportamento térmico dos edifícios (RCCTE). Indica regras de projecto para edifícios de habitação e dos edifícios de serviços sem sistemas de climatização centralizados.

+ Decreto-Lei 41/94

Transposição da directiva comunitária 92/75/CEE, com emendas do Decreto-Lei 214/98 e do Decreto-Lei 18/2000, no que concerne à eficiência energética dos electrodomésticos e respectiva etiquetagem.

+ PNAEE 2008-2015

O *Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética* (PNAEE) (2008 -2015), designado de *"Portugal Eficiência 2015"* tem como objectivo melhorar o desempenho energético dos edifícios, através do aperfeiçoamento da classe média de eficiência energética no parque edificado, mediante a implementação do sistema de certificação energética.

Este plano está baseado em três áreas fundamentais [102]:

+ Sistema nacional de certificação energética e qualidade do ar no interior dos edifícios (SCE)

- Implementação faseada do sistema de certificação energética de acordo com o definido na respectiva regulamentação legal.

Objectivos:

- **Residencial:** 200 mil fogos/ano certificados;
- **Serviços:** 20 mil fracções/ano certificados.

+ Eficiência nos edifícios residências

- Alinhar progressivo da fiscalidade com a classe de eficiência energética dos edifícios;
- Acesso a crédito bonificado para implementar das medidas de eficiência energética e reabilitação, previstas no certificado energético;
- Incentivo à bonificação de licença de construção que preveja a edificação de edifícios de classe A ou superior.

Objectivos:

- Uma em cada quinze habitações com classe energética eficiente, o que equivale a B- ou superior.

+ Eficiência nos serviços

- Obrigatoriedade para edifícios com mais de 1000 m^2 de uma auditoria energética de seis em seis anos com inspecções periódicas de caldeiras e sistemas de ar condicionado e, plano de manutenção com técnico responsável pelo bom funcionamento dos sistemas de climatização;
- Dinamização da instalação de sistemas de monitorização e gestão de energia, obrigatória em equipamentos com potência de 100 kW para monitorização e 200 kW para gestão;
- Incentivo à cogeração através da dinamização de estudos de viabilidade, obrigatório para edifícios com mais de 10.000 m^2, nos sectores da saúde, turismo e comércio;
- Regulamentação sobre iluminação com máximo de W/m^2 mediante as utilizações.

5.1.2.4 Normas ISO

As normas internacionais ISO, *International Standard Organization,* apresentam um conjunto de documentação (Tabela 5.6) relacionada com a sustentabilidade e eficiência energética nos edifícios, produtos e materiais. Foram identificadas as seguintes normas [131]:

- **ISO 15392:2008** *Sustainability in building construction -- General principles;*
- **ISO 15686-3:2002** *Buildings and constructed assets -- Service life planning -- Part 3: Performance audits and reviews;*
- **ISO 16813:2006** *Building environment design -- Indoor environment -- General principles;*
- **ISO 23045:2008** *Building environment design -- Guidelines to assess energy efficiency of new buildings;*
- **ISO 16818:2008** *Building environment design -- Energy efficiency -- Terminology;*
- **ISO 21930:2007** *Sustainability in building construction -- Environmental declaration of building products;*
- **ISO/TS 21929-1:2006** *Sustainability in building construction -- Sustainability indicators -- Part 1: Framework for development of indicators for buildings;*
- **ISO 23045:2008** *Building environment design -- Guidelines to assess energy efficiency of new buildings.*

Tabela 5.6: Normas ISO referentes à construção sustentável e de eficiência energética [131]

Norma	Descrição
ISO 15392:2008 *Sustainability in building construction -- General principles*	▪ ISO 15392:2008 identifica e estabelece os princípios gerais para a sustentabilidade na construção de edifícios. Está baseada no conceito do desenvolvimento sustentável, como se aplica ao ciclo de vida dos edifícios e outros trabalhos de construção, do seu início ao fim de vida. ▪ ISO 15392:2008 é aplicável em edifícios e outros trabalhos de construção de forma individual ou colectiva, assim como, aos materiais, produtos, serviços e processos relacionados com o ciclo de vida dos edifícios e outras obras de construção. ▪ ISO 15392:2008 não fornece níveis de referência (benchmarks) que possam servir de base para pretensões de sustentabilidade. Não está destinada a providenciar as bases para avaliação de organizações ou de outros participantes.
ISO 15686-3:2002 *Buildings and constructed assets -- Service life planning -- Part 3: Performance audits and reviews*	▪ ISO 15686-3:2002 está direccionada para garantir uma implementação eficaz do planeamento de operação de serviço dos edifícios. Descreve a aproximação e os procedimentos a serem aplicados a um pré-programa, programa, concepção, construção e, quando desejado, a gestão e disposição de vida dos edifícios e bens construídos, para garantir uma garantia razoável que meça o necessário para garantir um desempenho satisfatório na implementação durante o tempo. ▪ As implicações de custo do planeamento das operações dos edifícios e assuntos mais abrangentes relacionados com a sustentabilidade, não estão desenvolvidos na norma ISO 15686-2:2002.

ISO 16813:2006 *Building environment design -- Indoor environment -- General principles*	▪ ISO 16813:2006 estabelece os princípios gerais da concepção ambiental nos edifícios tendo em conta a qualidade ambiental interior para os seus ocupantes e protecção do ambiente para as gerações futuras. ISO 16813:2006 promove uma aproximação na qual as várias partes envolvidas na concepção ambiental dos edifícios colaboram mutuamente para providenciar um ambiente construído sustentável.
	▪ As características únicas do processo de concepção estão articuladas pelos seguintes objectivos:
	  ▪ Providenciar as obrigações que se relacionam com os assuntos da sustentabilidade desde as fases iniciais do processo de concepção, incluindo o edifício e o ciclo de vida, em conjunto com os custos próprios e de operação a serem considerados em todas as fases do processo de concepção;
	  ▪ Avaliar as concepções propostas com critérios racionais para uma qualidade de ar interior, conforto térmico, conforto acústico, conforto visual, eficiência energética e sistemas de controlo HVAC, em todas as fases do processo de concepção;
	  ▪ Realizar interacções entre as decisões e as avaliações através da concepção.
	▪ ISO 16813:2006 é aplicável ao ambiente construído para novas construções e reabilitação de edifícios existentes.

{continua}

ISO 23045:2008 *Building environment design -- Guidelines to assess energy efficiency of new buildings*	▪ ISO 23045:2008 apresenta princípios gerais relacionados com a eficiência energética em edifícios como os introduzidos na ISO 16813. ▪ O objectivo da ISO 23045:2008 está no assistir os projectistas, na angariação e fornecimento de informação útil que é necessária em diferentes etapas do processo de concepção, para satisfazer as definições dos edifícios como preparadas pelos projectistas dos edifícios. ▪ Esta norma internacional aplica-se aos edifícios novos, é aplicada ao equipamento de ar condicionado e ao equipamento de aquecimento em edifícios novos.
ISO 16818:2008 *Building environment design -- Energy efficiency -- Terminology*	▪ ISO 16818:2008 dá os termos e definições para uso na concepção de edifícios energeticamente eficientes. ISO 16818:2008 é aplicável a novos edifícios e na reabilitação de edifícios.
ISO 21930:2007 *Sustainability in building construction -- Environmental declaration of building products*	▪ ISO 21930:2007 providencia os princípios e requerimentos para declarações ambientais (EPD) de tipo III para produtos de edifícios. ▪ ISO 21930:2007 contém especificações e requisitos para os produtos de construção EPD. Esta norma internacional contém requisitos mais específicos, complementa a ISO 14025 para produtos de construção EPD. ▪ ISO 21930:2007 providencia um enquadramento para e os requisitos básicos para regras de categorização para produtos da ISO 14025 para o tipo III das declarações ambientais dos produtos de construção. Declarações ambiental tipo III para produtos de construção, como descrito na ISO 21930:2007, têm intenção primeira num uso de comunicação entre empresas, mas o seu uso numa comunicação entre empresas e consumidor sob certas condições não está excluído. ▪ ISO 21930:2007 não define requisitos para desenvolver programas de declarações ambientais de tipo III. Requisitos para programas de declaração ambientais de tipo III podem ser encontradas na ISO 14025. ▪ O ambiente de trabalho não está incluído na ISO 21930:2007 porque é normalmente sujeito a uma legislação nacional.

ISO/TS 21929-1:2006 *Sustainability in building construction -- Sustainability indicators -- Part 1: Framework for development of indicators for buildings*	▪ ISO/TS 21929-1:2006 providencia um enquadramento, faz recomendações e dá um conjunto de princípios gerais para o desenvolvimento e selecção de indicadores sustentáveis apropriados para os edifícios.
	▪ O objectivo desta parte da ISO/TS 21929-1:2006 é o definir o processo que deve ser seguido quando se enfoca nos impactes económicos, ambientais e sociais de um edifício, recorrendo a um indicador comum ou a um conjunto de indicadores. Faz parte da ISO/TS 21929-1:2006:
	  ▪ Adaptar os princípios gerais da sustentabilidade aos edifícios;
	  ▪ Inclui um enquadramento para a avaliação os impactes económicos, ambientais e sociais dos edifícios;
	  ▪ Mostrar indicadores como exemplos;
	  ▪ Mostrar como o uso de indicadores da sustentabilidade em relação aos edifícios e mostra o processo de como usar indicadores da sustentabilidade;
	  ▪ Suporta o processo na escolha de indicadores;
	  ▪ Suporta o desenvolvimento das ferramentas de avaliação;
	  ▪ Define a conformidade com esta especificação.
	▪ ISO/TS 21931-1:2006 providencia um enquadramento geral para melhorar a qualidade e comparabilidade dos métodos para avaliar o desempenho ambiental dos edifícios.
	▪ Identifica e descreve assuntos a serem tomados em conta quando são usados métodos para a avaliação do desempenho ambiental nas propriedades de edifícios novos ou existentes, nas fases de concepção, construção, operação, reabilitação e desconstrução. É concebida para ser utilizada em conjunto com, e seguindo os princípios apresentados na série ISO 14000.

ISO 23045:2008 *Building environment design -- Guidelines to assess energy efficiency of new buildings*	▪ ISO 23045:2008 dá directrizes relacionadas com a eficiência energética nos edifícios como introduzido na norma ISO 16813. ▪ Os objectivos da ISO 23045:2008 são o assistir os projectistas quando na angariação e providenciar de informação útil que são requeridas em diferentes fases do processo de concepção e cumprir as definições dos edifícios como preparadas pelos projectistas. ▪ Esta norma internacional aplica-se aos novos edifícios e é aplicável aos equipamentos de ar condicionado e equipamentos de aquecimento em edifícios novos.

5.1.3 Panoramas de modificação

5.1.3.1 Mercado de energia nos edifícios

O *World Business Council for Sustainable Development*, identifica três cenários de como o mercado de energia nos edifícios se pode desenvolver nas próximas décadas, realçando a necessidade de uma aproximação transformadora. Os cenários são futuros alternativos, não são previsões. Estes ajudam na identificação das ameaças e das oportunidades e auxiliam os planos de negócio para várias contingências [103].

+ Sonâmbulos em direcção à crise

- Padrão que alcança avanços ocasionais, mas que rapidamente são perdidos em direcção a um consumo total de energia muito superior ao actual. O número de edifícios de baixo consumo energético cresce de forma errática e lenta;
- Cenário que prevê a continuação das tendências actuais na urbanização, crescimento económico e utilização de energia, sem nenhuma preocupação sustentada para alcançar uma eficiência energética. Como resultado, um conjunto de crises económicas provocadas pelo aumento do preço dos combustíveis, perturbação de fornecimentos e eventos climáticos extremos;
- Medidas reactivas de transição para uma maior eficiência são onerosas e difíceis, incluem medidas antipânico que podem ser contraproducentes. Após a crise, as pessoas retomam os velhos hábitos e pouco progresso é alcançado.

+ Pouco e demasiado tarde

- O desenvolvimento de edifícios de baixa energia é demasiado baixo neste cenário, com níveis de consumo de energia a manterem-se nas previsões para 2020;
- Cenário que descreve uma continuação dos padrões actuais de muita discussão e pouca acção, com uma consciencialização contínua mas as acções são mais avulsas que coordenadas. Tentativa para tentar alcançar progresso através de certificação voluntária ou obrigatória, e outra regulamentação;
- Mudança de comportamento numa determinada dimensão, com uma maior sensibilidade às questões da sustentabilidade e papel dos indivíduos para o economizar de energia. Há um maior investimento em edifícios eficientes energeticamente e uma aceleração do desenvolvimento tecnológico;
- Estas alterações decorem em diferentes países, mas mantém-se numa pequena escala, fragmentada, e com dificuldades de aceitação no mercado. Melhoramentos são demasiados lentos e de pequena escala para potencializar o crescimento o número de edifícios e aumentar o nível dos serviços.

+ Transformação do mercado

- Transformação é o único cenário que inclui um economizar substancial de energia em todo o parque habitacional;
- Neste cenário, preços de energia permanecem altos e estáveis, estimulando as pessoas a diminuir no consumo. Códigos de edifícios mais robustos são aplicados nos edifícios novos e existentes, novas políticas relacionados com as alterações climáticas e uso de energia são implementadas, novos conceitos de concepção e tecnologias são desenvolvidas e aplicadas, novas técnicas apreendidas e novos mecanismos de financiamento emergem;

- No decorrer do tempo, requisitos de performance reclamam que os edifícios consigam obter um alto desempenho energético. Esta situação faz parte de uma aproximação económica, social e ambiental coordenada às ameaças das alterações climáticas;
- Uma consciência generalizada das prioridades energéticas altera o comportamento e causa um aumento das práticas e tecnologias relacionadas com a eficiência energética. Os cenários de transformação resultam em oportunidades de negócio substanciais e sustentadas através dos sectores de energia e construção.

5.1.3.2 Alcançar a transformação

O progresso necessário não será alcançado apenas através do mercado. As forças de mercado têm de ser apoiadas por uma regulamentação ambiental eficaz e uma mudança profunda de comportamentos. Para compreender como os edifícios de baixo consumo podem tornar-se componentes importantes no desenvolvimento humano, há que dar resposta às seguintes questões [103]:

- Como se pode melhorar a transparência do consumo de energia nos edifícios, difundindo conhecimento e como a energia é utilizada?
- Como criar incentivos que recompensem o progresso e penalizam o baixo desempenho?
- Como financiar o custo de desenvolver e comercializar uma nova tecnologia?
- Como superar os custos das barreiras iniciais e investimento a curto prazo que impede um investimento na eficiência energética?
- Como divulgar as melhores práticas e inovação no financiar de medidas e mecanismos, novas tecnologias e comportamentos?
- Como desenvolver um enquadramento para o baixo consumo de modo a que a eficiência energética faça parte do estilo moderno de vida e fonte de vantagem competitiva?
- Como alcançar a acção, uma alteração de comportamentos nos actores da construção de edifícios, tal como nos utilizadores?

Encomendado pelo governo britânico, o denominado *Stern Review: The Economics of Climate Change,* identifica quais os motivos para um aumento das emissões de dióxido de carbono, pelo manter das atitudes actuais, e quais os efeitos económicos daí resultantes [104]:

- **Desenvolvimento económico e social:** Desenvolvimento económico origina procura de empreendimentos habitacionais e comerciais. Origina também um aumento das necessidades de energia utilizada por equipamentos de aquecimento, iluminação, cozinha, e um outro conjunto de equipamentos como comutadores e televisões. Esta tendência é marca das economias em transição e num mundo em desenvolvimento esta condição irá agravar-se. O clima nos diferentes países afecta de forma importante as necessidades de energia para aquecimento ou arrefecimento;
- **Eficiência energética:** A procura de energia é influenciada pela eficiência final no consumo de energia. Equipamentos com tecnologia avançada podem consumir menos 30 a 40%. As necessidades de energia são também afectadas pela própria eficiência do edifício. A construção nos países em desenvolvimento excede em grande medida a dos países da OCDE, deste modo, a eficiência energética dos novos edifícios é factor importante no aumento das emissões, uma vez que, após a construção de um edifício, este dura um conjunto de décadas e é difícil a reabilitação pontual eficiente;
- **Intensidade de carbono:** O grau de electrificação de cada país e as fontes de energia utilizadas para gerar electricidade e calor influenciam as emissões do sector da construção.

5.1.3.3 Trajectórias para o uso de energia nos edifícios

O *World Business Council for Sustainable Development* traçou um plano ambicioso em busca de uma transformação da utilização de energia nos edifícios. Este mapa envolve a proposição de directrizes para diversos actores, através da definição de alavancas, marcos a curto prazo, a médio prazo e o estabelecer de objectivos para 2050. Apresentam-se essas propostas direccionadas para os promotores (Tabela 5.7), fornecedores e fabricantes (Tabela 5.8), projectistas (Tabela 5.9) e inquilinos (Tabela 5.10).

Tabela 5.7: Mapa para a transformação da utilização de energia nos edifícios, promotores [105]

Promotores			
Alavancas	**Marcos a curto prazo**	**Marcos a médio prazo**	**Objectivos 2050**
Educação, formação e comunicação	▪ Tomarem parte nos esforços de formação necessários para promover economia de energia para donos, utilizadores e gestores de empreendimentos. ▪ Comunicar objectivos do desempenho energético para novos empreendimentos.		▪ Desenvolver o entendimento e valor da eficiência energética e que este seja incluído nos requisitos de projecto.
Financiamento	▪ Partilhar custos e benefícios dos investimentos economizadores de energia. ▪ Adoptar uma aproximação ao ciclo de vida dos custos quanto se tomam as decisões iniciais. ▪ Procura de condições financeiras para a realização de novos empreendimentos de energia zero.	▪ Reivindicar de condições financeiras preferenciais dos emprestadores de capital para reabilitações perto do consumo zero de energia.	▪ Promotores têm interesse financeiro para desenvolver edifícios de eficiência energética.
Especificações	▪ Estabelecer alvos ambiciosos de desempenho energético como objectivos principais de projecto. ▪ Requerer o uso de sistemas de gestão de energia e medição individual.	▪ Apertar os objectivos para as operações e desempenho dos edifícios. ▪ Utilização de contractos de concepção integrada e ofertas com ênfase nos requisitos de desempenho energético.	▪ Promotores incluem objectivos ambiciosos de eficiência energética como propósitos principais de concepção de projecto.
Aquisição	▪ Requerer termos contratuais para encorajar o envolvimento atempados dos construtores no processo de concepção. ▪ Honorários base da equipa de projecto e incentivos no alcançar de um desempenho energético óptimo.	▪ Introdução de decisões especificas tornando o processo em todos os componentes que afectam a utilização operacional de energia.	▪ Promotores incluem objectivos ambiciosos de eficiência energética nos processos de aquisição.

Tabela 5.8: Mapa para a transformação da utilização de energia nos edifícios, fornecedores e fabricantes [105]

Fornecedores e fabricantes			
Alavancas	**Marcos a curto prazo**	**Marcos a médio prazo**	**Objectivos 2050**
Educação, formação e comunicação	▪ Providenciar aos construtores e utilizadores formação e técnicas de operação.	▪ Garantir que todos os consumidores recebem e entendem informação e treino. ▪ Simplificação de produtos para baixar o nível de exigência técnica para a utilização.	▪ Fornecedores entendem o papel crucial no desenvolvimento de uma base de entendimento do consumo de energia.
Normas para equipamentos	▪ Desenvolver definições internacionais de normas e regulamentos.	▪ Adoptar normas em todos os países. ▪ Equipar electrodomésticos com informação de partilha das capacidades dos equipamentos.	▪ Conformidade ao mais alto desempenho dos equipamentos.
Marketing	▪ Desenvolver campanhas de marketing para promover o desempenho energético dos edifícios em vez de simples componentes. ▪ Rever preço do equipamento com base da eficiência energética.	▪ Suster o conhecimento através dos consumidores.	▪ Fornecedores juntam forças com autoridades do governo em favor da eficiência energética.
Pesquisa e desenvolvimento	▪ Aumento da eficiência do equipamento actual. ▪ Desenvolver novas tecnologias e aplicações para suportarem edifícios de energia zero. ▪ Integrar tecnologias que permitam transferência de informação entre equipamentos e sistemas. ▪ Providenciar ferramentas que permitam informação de retorno aos utilizadores sobre o consumo e custos.	▪ Equipamento de baixo desempenho. ▪ Incorporar de novas tecnologias nas linhas de produto para uso comum. ▪ Trazer os mercados de controlo e medição para a gestão da eficiência energética.	▪ Fornecedores colocam no mercado novas geração de tecnologia acessível de soluções de eficiência energética.

Tabela 5.9: Mapa para a transformação da utilização de energia nos edifícios, projectistas [105]

Projectistas			
Alavancas	**Marcos a curto prazo**	**Marcos a médio prazo**	**Objectivos 2050**
Educação, formação e comunicação	▪ Inscrição em programas treino sobre eficiência energética. ▪ Incluir programas educacionais para donos e ocupantes sobre eficiência energética. ▪ Premiar actores que obtenham um elevado nível de competência. ▪ Providenciar certificação voluntária para projectos que promovam a construção e o uso da eficiência energética.	▪ Apoiar a educação contínua sobre a eficiência energética, tornando-a num requisito obrigatório para empregabilidade e critérios de desempenho.	▪ Projectistas e construtores implementam práticas de eficiência como padrão.
Processo de concepção	▪ Aplicar sistemas de avaliação habituais. ▪ Adoptar um processo integrado de concepção com a equipa de projecto. ▪ Promover o uso da concepção e tecnologias energeticamente eficientes.	▪ Adoptar um formato de concepção de contrato integrado com uma ênfase de requisitos de desempenho energético.	▪ Edifícios de energia zero são a norma.
Concepção	▪ Desenvolver uma aproximação holística nos projectos de eficiência energética. ▪ Utilização de estratégias de concepção passivas como primeiro passo para melhorar a eficiência energética. ▪ Desenvolver soluções de eficiência energética para a reabilitação dos edifícios. ▪ Implementar a eficiência energética em todas as construções. ▪ Planear produção local para minimizar os requisitos das redes de energia. ▪ Conceber novos edifícios para a flexibilidade e facilidade de implementação de reabilitações e mudanças de uso no futuro.	▪ Adoptar novas concepções e tecnologias eficientes.	▪ Reconhecer como os edifícios de energia zero são aplicados na generalidade pelo sector.

Tabela 5.10: Mapa para a transformação da utilização de energia nos edifícios, inquilinos [105]

Inquilinos			
Alavancas	**Marcos a curto prazo**	**Marcos a médio prazo**	**Objectivos 2050**
Educação, formação e comunicação	▪ Requerer informação nos sistemas e programas de desempenho energético através de certificação voluntária. ▪ Receber treino de como operar edifícios.	▪ Aceitar das novas características da eficiência energética, incluindo aquelas que afectam a aparência dos edifícios.	▪ Ocupantes dos edifícios compreendem e valorizam na totalidade a eficiência energética.
Comportamento e abordagens	▪ Aumentar as exigências dos edifícios de alto desempenho. ▪ Reconhecer comportamento pessoal como primeiro passo através da redução consumo de energia. ▪ Desenvolver cultura de uso da energia e responder à informação através de comportamento pessoal e efeitos na utilização de energia.	▪ Utilizadores finais reconhecerem as alterações exigidas.	▪ Ocupantes estão na origem de nova cultura para a energia.

5.2 Modos de Desenvolvimento

É aceite que os edifícios e que a actividade da construção de edifícios consome [106]:

- Três mil milhões de toneladas de matérias-primas ou 40% do uso global total;
- Edifícios utilizam 40% dos materiais e energia disponível no Mundo;
- Perto de 55% da madeira abatida para utilização para além de combustível é utilizada na construção;
- Cerca de 30% dos edifícios novos ou recuperados sofrem da síndrome dos edifícios doentes e os ocupantes estão expostos a ar contaminado, com poeiras e outros químicos;
- Edifícios e a produção de materiais de construção são responsáveis, por pelo menos 30% das emissões de gases com efeito de estufa na camada de ozono.

5.2.1 Especificidades da indústria

5.2.1.1 Complexidade do sector da construção

Sector da construção é caracterizado pela fragmentação entre as secções da cadeia de valor e não pela integração entre elas [107]:

- **Autoridades locais:** Procedem a uma influência de valor pelo desenvolver de políticas de construção nas áreas respectivas. Regra comum, um compromisso entre os altos níveis de desempenho energético e as considerações relacionados com o custo;
- **Financiadores de capital:** Concedem empréstimos ou procedem a investimentos e têm em consideração parâmetros como o risco e o retorno. Questões relacionadas com a eficiência energética são factor de pouca relevância nas tomadas de decisão;
- **Promotores:** Actores principais de actividade especuladora, resultando no focar a curto prazo no valor financeiro dos edifícios. O interesse sobre a eficiência energética tem apenas valor se for factor decisivo de compra;
- **Projectistas:** Com conhecimento técnico sobre a eficiência energética, a influência dos técnicos pode ficar limitada se estes não trabalharem de forma integrada;
- **Agentes:** Ocupam o lugar entre os promotores, os inquilinos, entre proprietários e ocupantes. Os interesses dos agentes são financeiros e de curto prazo;
- **Proprietários:** Compram edifícios para vender, para obter um retorno de capital, ou para arrendar, como um investimento. Os proprietários ao arrendarem os edifícios tornam os seus interesses diversos dos utilizadores finais;
- **Utilizadores:** Estes estão na melhor posição para beneficiar das poupanças energéticas, contudo podem não estar nas condições para realizar os investimentos imprescindíveis. Esta situação pode depender de acordos financeiros entre proprietários, agentes e utilizadores, o que poderá incluir uma taxa fixa de energia, além do consumo.

5.2.1.2 Acções chave para a sustentabilidade

A gestão de edifícios para a sustentabilidade envolve uma plêiade de procedimentos e preocupações. Para se obter uma eficaz gestão sustentável integrada um determinado número de etapas devem ser identificadas e cumpridas. A CIBSE, *The Chartered Institution of Building Services Engineers,* no *Sustainability: Guide L,* estabelece uma listagem de princípios para a sustentabilidade (Tabela 5.11).

Tabela 5.11: Acções chave para a sustentabilidade na construção, CIBSE Guide L [28]

Etapas chave	Acções chave
Fase inicial	▪ Identificar todos os impulsos para a sustentabilidade e garantir compromissos que permitam às equipas de projecto responder a esses impulsos. ▪ Identificar os riscos associados a cada projecto que se relacionam com a sustentabilidade. Avaliação risco de cheia, destruição dos habitats naturais, impactes nos transportes. ▪ Determinar o impacte potencial dos objectivos da sustentabilidade. O objectivo para um empreendimento zero emissões de carbono e as implicações na equipa global de projecto. ▪ Incluir âmbitos e honorários para estimativas pré-projecto no uso da energia e consumo de água no âmbito do projecto. ▪ Determinar se uma avaliação de impacte ambiental é necessária.
Programa estratégico	▪ Proporcionar uma resposta à fase inicial do projecto considerando os impactes para a sustentabilidade e na introdução desses assuntos numa fase inicial do projecto. ▪ Identificar quais os requisitos no programa que possam estar em conflito com os objectivos para a sustentabilidade. ▪ Identificar os requisitos das especialidades para informar o projecto. ▪ Identificar oportunidades e limitações de um local no que concerne à sustentabilidade.
Projecto estratégico	▪ Propor objectivos e alvos para a sustentabilidade, em particular nas emissões de carbono e uso da água, em reposta ao impactes para a sustentabilidade. ▪ Determinar qual a metodologia de avaliação que será usada e garantir que o projecto contribui para uma resposta a todos os objectivos relevantes. ▪ Garantir que as responsabilidades de concepção são distribuídas para resposta a todas as questões relativas à sustentabilidade, em especial na relação às emissões de carbono e uso da água.
Estratégia {continua}	▪ Realizar uma análise inicial dos locais em relação aos objectos da sustentabilidade, incluindo uma avaliação da capacidade das infra-estruturas e no estabelecimento de relações com o solo. ▪ Estabelecer regras e guias de concepção para as equipas de projecto para os temas chave. ▪ Desenvolver uma estratégia de energia e emissões de carbono cumprindo os princípios estabelecidos no CIBSE *Guide* L. ▪ Desenvolver uma estratégia de gestão da água cumprindo os princípios estabelecidos no CIBSE *Guide* L. ▪ Desenvolver uma estratégia de adaptação aos efeitos das alterações climáticas cumprindo os princípios estabelecidos no CIBSE *Guide* L. ▪ Recomendar que as equipas de projecto considerem qual o risco cheias nos locais e consultem as autoridades locais para determinar se uma avaliação global de risco de cheias foi estabelecida. ▪ Incorporar princípios de resistência às cheias na concepção das instalações dos edifícios e trabalhar com as equipas de projecto para aumentar o conhecimento do risco e resistência às cheias. ▪ Recomendar que as equipas de projecto deliberem para a incorporação de sistema de drenagem sustentáveis no potencial de incorporar a colecta de águas pluviais. ▪ A equipa de projecto deve cooperar com os planeadores de transporte, de modo a identificar o âmbito dos trabalhos de transporte impostos pelas autoridades locais. ▪ Recomendação que um ecologista certificado esteja envolvido na realização de uma avaliação do local. ▪ Informar a equipa de projecto dos benefícios do sombreamento da vegetação do local integrado na concepção dos edifícios e da paisagem, na utilização de coberturas e paredes com vegetação. ▪ Incorporar acesso e a inclusão de medidas que identificadas na avaliação das acessibilidades. ▪ Recomendar que uma estratégia na gestão de desperdícios seja preparada para a operação dos edifícios. ▪ Considerar o potencial para energia a partir dos sistemas de desperdícios. ▪ Estabelecer a necessidade de, e para uma fiabilidade as instalações de gestão dos resíduos. ▪ Recomendar que os impactes de ciclo de vida dos materiais e equipamentos são considerados pelas equipas de projecto e que estes assuntos sejam considerados durante a selecção dos métodos de construção em termos de estratégias de ventilação, apropriada massa térmica, etc.

	▪ Tornar consciente a equipa de projecto dos princípios de uma concepção para a desconstrução e considerar a vida útil total dos componentes em serviço na perspectiva para a reciclagem e a reutilização no fim da vida útil dos edifícios. ▪ Recomendar de que há um compromisso activo e uma consulta das comunidades locais. ▪ Determinar uma estratégia de planeamento e estabelecer qual a informação necessária para uma submissão. ▪ Providenciar uma avaliação de impacte ambiental, quando necessária, em especial em relação à qualidade do ar, ruído, assuntos relacionados com microclima, etc.
Concepção	▪ Identificar as opções para reduzir as exigências dos edifícios, utilizando tecnologias eficientes. ▪ Propor tecnologias técnicas fiáveis com o objectivo que conseguir alvos nas emissões de carbono. ▪ Identificar as opções para uma redução dos consumos de água, no fornecimento eficiente, no recurso às águas pluviais ou no tratamento e reutilização da água. ▪ Propor tecnologias e técnicas fiáveis que permita atingir as metas em relação ao uso da água. ▪ Informar usuários para a manutenção e as implicações funcionais associados ao uso de refrigerantes como o R134a e o R407c. ▪ Garantir que os projectos proporcionam condições internas e apropriadas que promovam a saúde e o bem-estar. ▪ Garantir que o espaço de armazenagem para uma gestão eficiente dos resíduos e a reciclagem de materiais durante a operação dos edifícios é incorporada na disposição do edifício e que esse espaço é gerido e operado correctamente. ▪ Seleccionar e assegurar materiais suportados por declarações de impacte ambiental e dos fornecedores. ▪ Evitar o uso de materiais não amigos do ambiente como os isolamentos com gases HFC. ▪ Evitar seleccionar ou localizar maquinaria que possa criar um nível adicional de ruído sobre o já existente ruído de fundo. ▪ Incorporar todas as tecnologias e técnicas identificadas nas fases inicias de projecto.
Construção	▪ Recomendável que a selecção do construtor tenha em atenção credenciais ambientais. ▪ Todos os acordos globais das ofertas devem ser revistos em atenção aos requisitos de sustentabilidade dos projectos. ▪ Recomendação que a selecção dos subempreiteiros e fornecedores tomam em atenção as credenciais ambientais. ▪ Recomendação de um período de revisão do desempenho da sustentabilidade em relação aos objectivos definidos. ▪ Garantir que os engenheiros em trabalho no local cumprem as normas de desempenho relativas à sustentabilidade e que esses requisitos são totalmente cumpridos. ▪ Observar as práticas de construção nos sítios e alertar para aquelas que possam ter um impacte significativo no ambiente.
Incumbência	▪ Garantir a incumbência e re-incumbência dos sistema nos edifícios resultam de acordo com os objectivos da sustentabilidade e que o construtor é notificado nos assuntos referentes ao desempenho dos edifícios.
Entrega do edifício	▪ Fornecer um manual do edifício e um guia para os utilizadores dos edifícios que garantam que há uma explicação clara dos objectivos do projecto e informação que permita uma comparação com o uso actual do uso de energia.
Operação	▪ Garantir que o sistema está a operar de acordo com as intenções do projecto, o que pode envolver uma reavaliação periódica da incumbência do edifício e uma avaliação pós-ocupação. ▪ Recomendação que a sustentabilidade seja enfocada quando o dono de obra ou os ocupantes especificam propostas e avaliam contractos para a operação e manutenção das instalações. ▪ Garantir que as renovações ou melhoramentos implementem princípios relevantes da sustentabilidade. ▪ Empreender actividades de gestão de água e energia que inclui auditorias e benchmarks para identificar potenciais economias. ▪ Recomendar que os projectos de reengenharia de sistemas considerem o potencial reutilização de materiais. ▪ Garantir que as auditorias e as inspecções periódicas incluam uma avaliação em relação aos objectivos da sustentabilidade.
Desconstrução	▪ Uma auditoria deve ser efectuada antes do início da demolição para identificar a eficácia na relação custo-benefício na recuperação dos materiais da demolição.

5.2.1.3 Indicadores de qualidade do projecto

A qualidade de concepção é uma combinação da funcionalidade, impacte e qualidade da construção, onde [108]:

- **Funcionalidade:** Utilização, acesso e espaço. Estes estão relacionados com a disposição, qualidade e relação dos espaços, e como o edifício está concebido para ser útil a todos;
- **Impacte:** Carácter e inovação, formas e materiais, ambiente interior, integração urbana e social. Estes referem-se à capacidade do edifício de criar um sentimento de lugar e de ter um efeito positivo na comunidade e no ambiente;
- **Qualidade da construção:** Desempenho, sistemas de engenharia e construção. Estes relacionam-se com o desempenho de um edifício, o que inclui a estabilidade estrutural, a integração dos aspectos de saúde e segurança através do ciclo de vida do projecto. Há um relacionar simultâneo com a robustez dos sistemas, acabamentos e acessórios.

+ Normas ISO 9000

As normas internacionais ISO, *International Standard Organization,* têm disponível a ISO 9000:2005 que descreve os fundamentos dos sistemas de gestão da qualidade [131].

- **ISO 9000:2005** *Quality management systems -- Fundamentals and vocabulary.*

Tabela 5.12: Norma ISO referentes à gestão de sistemas de qualidade [131]

Norma	Descrição
ISO 9000:2005 *Quality management systems -- Fundamentals and vocabulary*	▪ Organizações que procuram uma vantagem pela implementação de um sistema de gestão da qualidade. ▪ Organizações que procuram garantia dos seus fornecedores e que os requisitos dos produtos serão satisfeitos. ▪ Utilizadores de produtos. ▪ Aqueles envolvidos num entendimento mútuo da terminologia utilizada na gestão de qualidade. ▪ Aqueles, internos ou externos à organização, que avaliam os sistemas de gestão de qualidade ou fazem auditorias para a conformidade com o requisitos da ISO 9001. ▪ Aqueles, internos ou externos à organização, que dão conselhos ou treino em sistemas de gestão de qualidade a essa organização. ▪ Desenvolvem normas relacionadas.

5.2.2 Aquisição sustentável

5.2.2.1 Princípios, regras e benefícios

Uma busca para a sustentabilidade na construção não é possível sem se ter em consideração todas as acções relacionadas com a compra de serviços, produtos e trabalhos. Uma aquisição sustentável está suportada pois, num conjunto de princípios e regras [109].

+ Princípios da aquisição sustentável

- Considerar que serviços, produtos ou trabalhos são os mais adequados na base do seu impacte ambiental e de outros factores, como o nível de informação, qual o mercado, as tecnologias disponíveis, custos e visibilidade;

- Estabelecer um critério de selecção com base numa lista exaustiva de directivas relacionadas com a aquisição, onde se tenha prova de capacidade técnica para executar os contratos, no informar dos fornecedores e instaladores da existência de esquemas de gestão e declarações para comprovar uma conformidade de critérios;
- Estabelecer critérios de condecoração, após uma escolha das propostas mais vantajosas do ponto de vista económico, inserir critérios ambientais relevantes, como benchmarks para comparar as ofertas;
- Utilizar cláusulas de desempenho nos contratos, como garantia de estabelecer condições ambientais extra aos contratos sustentáveis. Sempre que possível, insistir em métodos de transporte amigos do ambiente.

+ Regras para aquisição sustentável

- Procura de exemplos de características ambientais em bases de dados e certificações ecológicas;
- Basear nas melhores práticas de outras entidades, utilizar serviços em rede como forma de obter e angariar informação;
- Tomar uma aproximação científica dos custos do ciclo de vida e não alterar os impactes das fases do ciclo de vida;
- Utilizar especificações com base no desempenho funcional para encorajar ofertas sustentáveis inovadoras;
- Considerar desempenhos ambientais, como a utilização de matérias-primas, métodos de produção sustentável, eficiência energética, energias renováveis, emissões, desperdícios, capacidade de reciclagem, químicos perigosos;
- Na incerteza da existência actual de serviços, preços e produtos sustentáveis, procurar variantes equivalentes.

+ Benefícios aquisição sustentável

Podem ser considerados os seguintes benefícios à utilização de práticas de aquisição sustentável [110]:

- **Ganhos financeiros:** Correcto uso da energia, água e produtos de recursos eficientes, serviços e edifícios, podem reduzir gastos e custos de operação. Uma aquisição sustentável prefere produtos ambientais que baixem taxas de gestão de desperdícios e reduzam os gastos na prevenção da poluição;
- **Alcançar objectivos ambientais e de saúde:** Aquisição sustentável pode ser eficaz em termos de custos para resolver problemas locais ambientais e para alcançar objectivos de sustentabilidade das organizações, pela utilização de produtos de limpeza não tóxicos, utilização adequada de transportes, utilização de electricidade de fontes sustentáveis;
- **Alcançar objectivos sociais:** Assuntos sociais importantes como o gerar de emprego, condições de trabalho, podem também ser alcançados através de processos de aquisição sustentável;
- **Direccionar para a inovação:** Recorrer a fornecedores regulares para encorajar aproximações inovadoras do ponto de vista ambiental e providenciar mercados potenciais para esses produtos, ajudam a que esses fornecedores tenham uma vantagem competitiva;
- **Melhorar a imagem pública e aumentar a legitimidade:** Implementar uma política de aquisição sustentável é um modo muito eficaz para demonstrar o comprometimento com a sustentabilidade como um todo;
- **Contribuição da sustentabilidade como um todo:** Impactes da aquisição sustentável podem ser avaliados na globalidade, para melhorar os meios de subsistência de pequenos produtores a nível mundial pelo patrocínio de um comércio justo.

5.2.2.2 Avaliação da aquisição sustentável

Patrocinado pelo ICLEI, *Local Governments for Sustainability,* a campanha denominada de *Procura*$^{+}$, pretende estabelecer um conjunto de regras comuns a nível europeu, direccionadas para uma aquisição de serviços sustentável. O guia indica onde no processo de construção, os critérios de apresentação de propostas podem ser aplicados [110]:

- **A** – Concepção preliminar/concurso projecto arquitectura;
- **B** – Apresentação de propostas para construção de edifício;
- **C** – Apresentação de propostas para os serviços do edifício.

Cada opção indica onde cada procedimento específico da apresentação de propostas dever ser alocado. Em certos casos, os critérios são concebidos para a inclusão de especificações técnicas para a execução do trabalho, estabelecendo um conjunto de requisitos mínimos a cumprir. Outros critérios são concebidos para uma fase de avaliação e distinção, onde diversas ofertas que cumprem os requisitos mínimos são comparadas. Nesta fase, o desempenho ambiental pode ser utilizado como um dos critérios de avaliação, em conjunto com outros factores, como por exemplo, o preço (Tabela 5.13).

Tabela 5.13: Avaliação do processo de aquisição sustentável, Procura+ Manual [110]

A – Concepção preliminar/concurso projecto arquitectura
1. *Consumo de energia*
▪ 1.A.1 – Critério mínimos de exigência no consumo energia.
▪ 1.A.2 – Concurso baseado nas exigências mínimas no consumo de energia.
▪ 1.A.3 – Critérios mínimos para valores U e/ou forma/rácio volume.
▪ 1.A.4 – Concurso baseado nas exigências mínimas forma/rácio volume.
2. *Utilização de fontes de energia renovável*
▪ 2.A.1 – Utilização mínima de energia solar.
5. *Experiência do arquitecto*
▪ 5.A.1 – Selecção baseada na experiência de concepção edifícios sustentáveis.
▪ 5.A.2 – Uso obrigatório de ferramentas de análise do ciclo de vida.

B – Apresentação de propostas para a construção de edifícios
1. *Consumo de energia*
▪ 1.B.1 – Competição baseada nos valores de U – Avaliação preços e valores de U.
3. *Utilização de matérias sustentáveis de construção*
▪ 3.B.1 – Exclusão de determinados materiais.
▪ 3.B.2 – Quantidade mínima de materiais sustentáveis de construção.
▪ 3.B.3 – Competição baseada na utilização de materiais sustentáveis de construção.
4. *Monitorização e aspectos utilização final*
▪ 4.B.1 – Teste compulsivo anti-fogo às portas.

C – Apresentação de propostas para os serviços do edifício
1. *Consumo de energia*
▪ 1.C.1 – Critérios mínimos para consumo energia final/primária.
▪ 1.C.2 – Competição critérios para consumo energia final/primária.
2. *Utilização de fontes de energia renovável*
▪ 2.C.1 – Percentagem mínima de localização de fontes de energia renovável.
▪ 2.C.2 – Competição sobre a percentagem mínima de localização de fontes de energia renovável.
4. *Monitorização e aspectos utilização final*
▪ 4.C.1 – Registo regular dados.
▪ 4.C.2 – Painéis de apresentação de consumo de energia.
▪ 4.C.3 – Secções de treino para gestores de edifícios.

+ Aquisição de trabalhos e produtos de construção

Melhor modo para o determinar das preocupações que devem ser tomadas em conta nas diversas fases do processo de construção, são a definição de parâmetros que podem ser determinados nas diferentes fases, já que estas, têm uma influência forte na instalação final dos serviços de construção (Tabela 5.14).

Tabela 5.14: Fases do processo de construção e impactes potenciais no desempenho ambiental dos edifícios [111]

Fases dos processos de construção	**Impacte no desempenho ambiental dos edifícios**
Concepção do edifício	▪ Exigências energéticas. ▪ Selecção de materiais. ▪ Sistemas inteligentes de transporte. ▪ Geração de desperdícios. ▪ Controlo ruído. ▪ Necessidades serviços iluminação. ▪ Utilização de fontes de energia renovável.
Construção do edifício	▪ Percentagem de materiais de construção sustentáveis. ▪ Capacidade de reciclagem dos materiais. ▪ Redução de substâncias perigosas. ▪ Consumo de energia no local de construção.
Instalação serviços do edifício	▪ Consumo final de energia. ▪ Fontes de energia renovável localizada. ▪ Geração de desperdício de água.

Tabela 5.15: Processo de trabalhos de construção de edifícios nas autoridades públicas europeias [111]

	Acções	**Descrição**
Fase 1	*Desenvolvimento dos projectos*	▪ Fase mais importante do processo de construção de edifícios. ▪ Todas as fases do processo são baseadas nas especificações desta fase, o que permite um grande potencial para a concepção ambiental dos edifícios.
Fase 2	*Concepção preliminar/ concurso projecto de arquitectura*	▪ Competição projecto de arquitectura, onde as propostas são seleccionadas. ▪ Revisão dos projectos preliminares inclui uma selecção preliminar da superstrutura, materiais de construção e métodos de construção.
Fase 3	*Planeamento submissões*	▪ Submissão às autoridades para permissão de construção da superstrutura, materiais de construção e métodos de construção.
Fase 4	*Implementação*	▪ Selecção final da superstrutura, materiais de construção, métodos de construção, sistemas dos serviços do edifício como base para processo propostas dos trabalhos de construção.
Fase 5	*Trabalhos de construção e implementação dos serviços do edifício*	▪ Selecção da firma de construção através de apresentação de propostas para a realização de trabalhos de construção de acordo com os processos de implementação. ▪ Incluir medidas de garantia de qualidade para a monitorização do desempenho energético e ecológico. ▪ A autoridade seleccionada para a empreitada pode optar por procedimentos de aquisição separada para os serviços do edifício. A complexidade actual dos serviços de um edifício representa um terço dos custos totais de construção e tem grande influência no custo do ciclo de vida dos edifícios.

5.2.2.3 Promoção de valor da energia

Para que muitas políticas sejam capazes de ser implementadas e terem efeitos na promoção do valor da eficiência energética no mercado imobiliário, uma estratégia para a etiquetagem dos edifícios pode suportar-se em diversas abordagens [112].

+ Benchmark (ou benchmarking)
Quando são estabelecidas classificações para o uso de energia e emissões de carbono nos edifícios, o desempenho energético ou as emissões actuais de um edifício devem ser comparadas em relação a um padrão ou benchmark. O benchmark pode tomar a forma de utilização de energia de edifícios existentes a partir de bases de dados de medições realizadas sobre a energia, ou no caso de edifícios novos, um benchmark pode ser a comparação de estimativas simuladas do consumo de energia em comparação com dados de edifícios existentes, simulações de base uso de energia relativo a um código, ou legislação específica de edifícios.

+ Certificados
Certificados referem-se a documentos que apoiam o esforço de etiquetagem. Um certificado pode conter informação que apoia a classificação, incluindo as expressões das intensidades da utilização anual de energia, intensidades anuais de emissões de carbono ou custos anuais de energia. Em acréscimo, os certificados podem conter informação sobre as características de um edifício, indicadores do nível de cumprimento em relação às normas ou informação das medições implementadas ou planeadas. Um certificado é um documento de referência, não necessariamente para ser uma prova para o público em geral. Um certificado terá as assinaturas e selos dos profissionais envolvidos no desenvolvimento e documentação da avaliação do edifício.

+ Rótulo
O rótulo é um reconhecimento que tem a intenção de ser utilizado pelo público. Um rótulo pode tomar a forma de um elemento que é afixado no edifício ou pode aparecer em diferentes formas para ser afixado nas áreas públicas de um edifício. O rótulo pode incluir representações gráficas da avaliação de um edifício, utilizando escalas, barras, cores ou outros símbolos reconhecidos, e ser explícito da qualidade dos edifícios do ponto de vista energético.

+ Etiquetagem (ou programa de etiquetagem)
Etiquetagem refere-se à infra-estrutura necessária para apoiar o esforço de desenvolvimento nas avaliações, certificar resultados, manter registo dos edifícios avaliados, estabelecer benchmarks, garantir a qualidade dos resultados, providenciar treino e assistência técnica, promoção dos produtos.

+ Avaliação (ou sistema de avaliação)
A avaliação representa a expressão qualitativa ou quantitativa de uma posição do edifício. Esta avaliação pode ser uma contagem numa escala de 1-100, ou uma avaliação de categoria qualitativa. A avaliação aparece no rótulo e poderá aparecer nos certificados. A avaliação está destinada de forma principal para o grande público e tem o propósito de diferenciar o alto desempenho dos edifícios, a partir do desempenho mais baixo de um edifício.

5.3 Metodologias de Avaliação

O desenvolvimento está inegavelmente ligado à construção e ao ambiente construído. Os recursos naturais são consumidos pela modificação da Terra, da manufactura dos materiais e sistemas, os processos de construção, requisitos energéticos e os resíduos que resultam das operações, ocupação e renovação dos edifícios. As actividades associadas à construção de edifícios apresentam-se simultaneamente como uma das maiores contribuições, quer para motivar o crescimento económico, como para agravar a degradação ambiental. O recurso a metodologias de avaliação destes impactes é, portanto, de aplicação valiosa.

5.3.1 Gestão ambiental

Cada projecto pode melhorar ao se recorrer a metodologias de ciclo de vida total. Este termo manifesta uma necessidade de se encontrar um equilíbrio entre diferentes atributos de um projecto, incluindo o como avaliar de uma forma correcta o impacte de benefícios presentes e futuros.

O conceito de desenvolvimento sustentável estimula a procura de soluções para a construção que não resultem numa ruptura entre o elevar dos padrões de vida actual e a protecção ambiental. As principais mudanças são [9]:

- A indústria da construção deve proceder a uma reengenharia de todo o seu processo de produção;
- Aproximações económicas actuais à avaliação de projectos devem ser reexaminadas;
- A integração dos aspectos económicos, ambientais e sociais necessitam de um desenvolvimento aprofundado;
- Há uma necessidade de aumento da consciência e conhecimento dos assuntos da sustentabilidade pela comunidade em geral.

Tabela 5.16: Enquadramento das ferramentas de gestão para a sustentabilidade no ambiente construído [9]

	Planeamento estratégico	**Concepção e gestão**
Protecção ambiental	▪ Qualidade ambiental: ▪ Planeta em crise; ▪ Desenvolvimento sustentável; ▪ Contabilidade para o ambiente.	▪ Considerações de concepção: ▪ Impacte ambiental dos edifícios; ▪ Concepção de baixa energia; ▪ Incorporação energia e reciclagem.
	▪ Controlo de desenvolvimento: ▪ Leis ambientais; ▪ Avaliação impacte ambiental; ▪ Políticas e estratégias ambientais.	▪ Conservação da energia: ▪ Qualidade da energia; ▪ Energia renovável; ▪ Regulação e políticas de energia.
Racionalismo económico	▪ Ferramentas analíticas: ▪ Economia ambiental; ▪ Análise custo-benefício; ▪ Estimativa dos custos e benefícios sociais.	▪ Estudos custo de vida: ▪ Análise e planeamento do custo de vida; ▪ Determinação taxas de desconto; ▪ Custos de operação.
	▪ Fiabilidade de projecto: ▪ Critérios de selecção de projecto; ▪ Equidade inter-geracional; ▪ Quantificação da sustentabilidade.	▪ Gestão de bens: ▪ Avaliação pós-operação; ▪ Auditoria ambiental; ▪ Gestão de edifícios.

5.3.1.1 Eficiência económica

Uma eficiência económica é indissociável ao uso e entendimento que se faz do meio ambiente. Se o meio ambiente é limpo, está a criar-se benefícios para a sociedade. Pelo contrário, se o meio ambiente se deteriora, são benefícios que estão a ser retirados da sociedade [9]:

- **Benefícios:** Deriva do conjunto procura/aquisição associados a um grupo definido de pessoas. O problema implícito de medir os benefícios no conjunto procura/aquisição a pagar é difícil de associar valores aos bens ambientais e medir a procura nos bens e serviços por pessoas com diferentes níveis de rendimentos. O resultado é também afectado pelo conhecimento das pessoas sobre o meio ambiente, sendo difícil o desenvolver uma curva de procura específica se, o conhecimento sobre o ambiente é fraco ou mal informado;
- **Custos:** Derivam do uso dos recursos no processo de produção. Uma maior procura por um produto, implica que um maior número de recursos tem de ser associados à sua produção. Os custos de oportunidade referem-se a um valor máximo para produzir um rendimento alternativo em alternância a um rendimento específico, e é medido pelo valor de investimento usado na produção. A verdadeira oportunidade de custos inclui todos os gastos pagos e não pagos nos processos de produção e é determinada pela tecnologia utilizada na produção, preço de investimento, e a quantidade de tempo disponível para ajustar as novas oportunidades às de taxas de rendimento.

5.3.1.2 O custo da sustentabilidade

Da análise dos custos e benefícios para se alcançar a sustentabilidade pelos edifícios há que detectar os factores que vão alterar a classificação da sustentabilidade no futuro. A *Davis Langdon* pelo relatório, *The Cost & Benefit of Achieving Green Buildings,* apresenta as seguintes previsões [113]:

- **Comércio das emissões de carbono:** Com o mundo desenvolvido a reconhecer as emissões de carbono como um custo não tradicional, mas um custo real, há uma forte probabilidade que uma taxação será imposta no consumo de energia, a intenção para incentivar uma produção e consumo de energia mais amiga do ambiente, a progressão lógica das taxas de carbono é um sistema de comércio de carbono. Nestes sistemas, o objectivo centra-se num conjunto de emissões a partir do qual se estabelece o nível de redução necessário para um programa específico. O número de licenças emitidas cada ano são diminuídas progressivamente, de modo a encorajar a acção de medidas para adoptar uma energia limpa ou renovável. Seja qual for a forma que uma nova taxa seja imposta, um edifício mais eficiente energeticamente irá contrair um menor impacte, agindo como um elemento de segurança para minimizar os efeitos de futuros aumentos de energia;
- **Alternativas de energia:** Muitos dos assuntos sobre consumo de energia na actualidade surgem devido ao baixo custo da energia. No entanto, num futuro próximo, o impacte do custo da energia irá ter um embate significativo nas energias alternativas. De forma global, soluções alternativas na produção de energia são já utilizadas, mas em diferentes intensidades;
- **Escassez de água:** Um futuro sem acesso a água potável será um futuro com um aumento de custos, pela dessalinação, água reciclada, tanques de depósito, e recurso a canalizações extensas. Independente da solução escolhida o custo da água vai aumentar;
- **Produtividade:** Os maiores custos nas operações económicas são os dos salários e, qualquer melhoramento na produtividade, através do conforto dos ocupantes, iluminação, temperatura e aumento da ventilação, terão um efeito na cadeia de produção. Há ainda uma falta de consenso sobre uma quantificação da produtividade que deriva da construção sustentável.

5.3.1.3 Impactes ambientais nos edifícios

+ Normas ISO 14000

As normas internacionais ISO, *International Standard Organization,* apresentam uma série de documentos relativos a um enquadramento nas áreas da gestão ambiental. Foram identificadas as seguintes normas [132]:

- **ISO 14001:2005** *Environmental management systems -- Requirements with guidance for use;*
- **ISO 14004:2004** *Environmental management systems -- General guidelines on principles, systems and support techniques;*
- **ISO 14040:2008** *Environmental management -- Life cycle assessment, principles and framework;*
- **ISO 14041:1998** *Environmental management -- Life cycle assessment, goal and scope definition and inventory analysis;*
- **ISO 14043:2000** *Environmental management -- Life cycle assessment, life cycle interpretation;*
- **ISO 14044:2006** *Environmental management -- Life cycle assessment -- Requirements and guidelines;*
- **ISO/TR 14047:2003** *Environmental management -- Life cycle impact assessment -- Examples of application of ISO 14042.*

Na área da avaliação ambiental identificam-se diversas técnicas para avaliar os impactes ambientais (Tabela 5.17).

Tabela 5.17: Instrumentos de apoio à decisão na avaliação ambiental [114]

Instrumento	Descrição
Avaliação do impacte ambiental	▪ Procedimento sistemático para uma recolha de informação sobre os impactes ambientais de um projecto ou política e para proceder à mediação desses impactes. A avaliação de impacte ambiental não é um processo detalhado de avaliação já que não considera os custos e os impactes que não sejam ambientais.
Avaliação ambiental estratégica	▪ Procedimento semelhante à avaliação de impacte ambiental, onde no entanto, se opera a um nível superior de decisão. Uma avaliação ambiental estratégica considera programas completos ao invés de projectos ou politicas únicas, potencializa a análise de sinergias entre projectos ou políticas individuais para avaliar as alternativas de uma forma mais abrangente.
Análise do ciclo de vida	▪ Semelhante à avaliação de impacte ambiental procura identificar e medir os impactes. Divergência entre os dois processos é o facto de que na análise do ciclo de vida os impactes são avaliados ao longo de todo o ciclo de vida, do projecto ou de uma política.
Análise do custo-eficiência	▪ Procedimento que se baseia na consideração de um indicador de referência que é expresso em unidades ambientais, que é comparado com um custo, este expresso em unidades monetárias. Os indicadores são quantificados traduzindo-se no final numa relação entre eficiência ambiental e o custo.
Análise multi-critério	▪ Em tudo semelhante à análise custo-eficiência, no entanto, em vez de envolver um único indicador de eficiência, examina uma multiplicidade de indicadores, um multi-critério. Dado se tratarem de vários indicadores ambientais com unidades diferentes, este procedimento recorre à normalização dos critérios convertendo-os em pontuações que no final são agregados por pesos.
Análise custo-benefício	▪ Análise que identifica a eficiência de um projecto através da quantificação dos seus custos e benefícios durante todo o ciclo de vida. Método que compreende a comparação entre custos e benefícios segundo os quais o projecto é avaliado. Caso os benefícios excedam os custos, a viabilidade económica do projecto é positiva, estando implícita a identificação dos impactes ambientais e uma avaliação dos projectos segundo o ciclo de vida dos mesmos.

+ Ferramentas análise ciclo de vida

Ferramentas de análise do ciclo de vida ajudam a desvendar as relações entre as especificações do edifício e os potenciais impactes ambientais. De forma explícita respondem a uma ou mais fases do ciclo de vida dos edifícios, e ajudam os seus utilizadores a recolher e a analisar dados sobre fluxos de energia e de materiais. Traduzem as escolhas de projecto e de gestão em afirmações com significado sobre os efeitos e impactes ambientais.

Ferramentas de análise do ciclo de vida nos edifícios dirigem-se de forma específica para um ou mais palcos do ciclo de vida de uma edificação. Estas ferramentas podem ser aplicadas a cada fase do ciclo de vida do seguinte modo [115]:

- **Energia incorporada:** Métodos de análise do ciclo de vida são vantajosos para uma análise dos impactes ambientais e avaliação da energia incorporada nos materiais e processos, uma vez que, as ferramentas podem analisar de forma conveniente os dados de avaliação dos produtos disponibilizados por outros sectores. Em relação ao processamento de dados envolvidos, as ferramentas são essenciais quando da avaliação dos fluxos de energia e massa, envolvidos quer na manufactura dos produtos de construção, como na provisão de serviços técnicos, como por exemplo, o aquecimento;
- **Avaliação da construção de um edifício:** A fase de construção tem um impacte ambiental considerável. Uma avaliação rigorosa deve incluir a descrição dos serviços e produtos, tal como, os custos de transporte e processos de construção. O processo de avaliação está completo quando o edifício está pronto para ser ocupado. Os métodos de análise e respectivo rigor dependem em grande medida na extensão da disponibilidade e exactidão da informação sobre o processo de construção;
- **Avaliar a fase de ocupação de um edifício:** Os cálculos dos impactes associados na fase de ocupação são baseados numa série de cenários e métodos de cálculo. Estes processos envolvem inventários sobre a utilização de energia necessária para operar um edifício, incluindo todos os sistemas de um edifício;
- **Sistemas urbanos durante a fase de uso:** Análise da utilização da energia e poluição ambiental originada pelas necessidades de um edifício num sistema urbano podem ser avaliados através de uma análise do ciclo de vida. Em particular, a localização de grandes empreendimentos e respectivo impacte na utilização dos transportes públicos e privados. Assuntos que afectam a utilização da energia neste contexto incluem simultaneamente, a energia utilizada para cozinhar, electrodomésticos, energia utilizada por outros sistemas técnicos, requisitos do consumo de água e quantidade de produção de desperdícios de água, águas residuais, tipo e volume de lixo e, transporte de mercadorias;
- **Actividades de manutenção e reparação:** Serviços de limpeza, manutenção e reparação são necessários para manter a utilidade de um edifício durante a sua vida útil. Os fluxos de massa e a energia resultante podem ser determinadas como parte de uma análise de ciclo de vida. Agendas de manutenção podem servir como base para cálculo dos fluxos de energia e de massa que resultam da limpeza e da manutenção de um edifício;
- **Demolição e desmantelamento de edifícios:** Uma significativa quantidade de energia é utilizada durante a demolição e desmantelamento dos edifícios. A quantidade de fluxo de massa e energia envolvida numa demolição, remoção e processo de gestão dos materiais resultantes podem ser avaliados. Contudo, a extensão da vida de um edifício torna as previsões deste tipo imprecisas e são utilizadas aproximações, mais do que avaliações rigorosas. Quanto maior a vida útil de um edifício menor o rigor e a exactidão das avaliações.

5.3.2 Metodologias de avaliação de edifícios

5.3.2.1 Avaliação multi-critérios

Na procura de objectivos para uma acção em direcção a uma construção eficiente, a prova de sustentabilidade apenas pode ser alcançada com uma combinação de diferentes métodos de avaliação (Tabela 5.18).

Tabela 5.18: Objectivos de acção em direcção à construção sustentável [3]

Edifícios sustentáveis		**Análise do ciclo de vida**	**Cálculo custo total**	**Avaliação da qualidade do ar interior**	**Análise de impacte no ambiente local**	**Análise impactes sociais e culturais**
Objectivos de protecção ambiental	*Protecção recursos*	X				X
	Protecção dos ecossistemas	X			X	
Objectivos económicos	*Produtividade dos recursos*		X			
	Minimização dos custos de operação		X			
Objectivos sociais	*Protecção da saúde*	X		X	X	
	Conforto e segurança			X		
	Conservar do capital social					X
Objectivos culturais	*Conservar funções não utilitárias*					X
	Conservar memória colectiva		X			X
	Conservar da história e o conhecimento					X

+ Utilização de critérios de avaliação (metrics)
Estes critérios são utilizados para ajudar a identificar e limitar um conjunto de *metrics* que no conjunto pretendem ir ao encontro das intenções de projecto, o que é um modo simples mas com validade técnica, de avaliar o desempenho da sustentabilidade dos edifícios.

Critérios de selecção estão assentes numa facilidade de colecta, no determinar da utilidade, e na qualidade da informação [116].

+ Facilidade de colecta

- **Disponibilidade:** Informação colectada de forma rotineira e por outras entidades;
- **Obtenção:** Disponibilidade através de medições simples ou procedimentos de colecta;
- **Custo:** Ausência de custo ou um custo reduzido para a colecta dos dados;
- **Tempo:** Investimento mínimo de tempo para a colecta de dados;
- **Estandardização:** Medição frequente de amostras recorrendo a procedimentos fiáveis;
- **Público:** Baseado em informação que pode ser partilhada com o público.

+ Utilidade da informação

- **Relevância:** Representativa da sustentabilidade;
- **Importância:** Ter um grande impacte sustentável potencial;
- **Comparabilidade:** Receptivo à normalização para comparação como outros climas, anos, e usos onde seja fiável;
- **Utilidade:** Utilidade para outros propósitos.

+ Qualidade da informação

- **Quantificação:** Medições numéricas que facilitem avaliações da sustentabilidade, quer absolutas como relativas;
- **Exactidão:** Reflicta o estado actual do sistema;
- **Precisão:** Erros mínimos nas medições;
- **Clareza:** Bem definidos, facilidade de comunicação, e facilidade de entendimento entre as diferentes partes;
- **Simplicidade:** Normalização minimal ou manipulação dos dados.

Para garantir que as *metrics* utilizadas são actores dispersos através dos princípios do desenvolvimento e concepção sustentável, são revistos nos respectivos indicadores dos impactes económicos, ambientais e sociais.

5.3.2.2 LiderA

Sistema de avaliação ambiental para Portugal, LiderA, baseia-se no conceito de posicionar o ambiente na construção numa perspectiva de sustentabilidade, pelo considerar uma dimensão cultural no âmbito da dinâmica do empreendimento, de modo a assumir a importância da intervenção no nível estratégico, político, assim como, no nível operacional de todo um ciclo de vida, do planeamento, projecto, construção, operação, renovação e demolição.

Princípios definidos numa perspectiva de política ambiental, avocando a Agenda 21 e princípios de desempenho [114]:

- **Respeito pela dinâmica local e no potenciar de impactes positivos:** Escolha dos solos, valorização ecológica, ajustar à mobilidade, integração paisagista e valorização das amenidades;
- **Eficiência no consumo dos recursos:** Fomentar a eficiência dos recursos, em especial da água, energia e materiais;
- **Redução do impacte das cargas:** Valores de toxicidade, atenuação dos impactes dos efluentes, emissões, resíduos, ruído para o exterior e níveis urbanos de calor;
- **Garantia de qualidade do ambiente interior:** Fomentar do conforto, qualidade do ar interior, conforto térmico, acústica, iluminação, controlabilidade dos espaços;
- **Garantia da qualidade dos serviços:** Perspectiva ambiental pela promoção da durabilidade e acessibilidade, gestão ambiental e a inovação, interligação das perspectivas económicas e sociais;
- **Garantia de gestão ambiental e a inovação:** Promoção da informação ambiental, melhoria contínua recorrendo a um sistema de gestão ambiental, saltos qualitativos através da inovação.

5.3.2.3 LEED 2009

O sistema LEED, *Leadership in Energy and Environmental Design*, é um sistema de avaliação de edifícios voluntário, baseado num consenso alargado e dirigido para o mercado da construção e imobiliário. Baseado em tecnologias existentes e testadas, avalia o desempenho ambiental de uma perspectiva global do ciclo de vida do edifício, ao providenciar um padrão para avaliação da concepção, construção e operação de edifícios sustentáveis.

Sistema concebido para avaliar edifícios novos ou já existentes, quer sejam construções institucionais ou residenciais, baseado em princípios de utilização de energia e ambientais, onde se procura um equilíbrio entre as práticas já estabelecidas e conceitos emergentes.

Cada sistema de avaliação está organizado em cinco categorias ambientais [117]:

- Locais sustentáveis;
- Eficiência na utilização da água;
- Energia e atmosfera, materiais e recursos e, qualidade do ar interior;
- Inovação e concepção;
- Prioridade regional.

Com a introdução do LEED 2009, a distribuição de créditos é baseada no potencial dos impactes ambientais e vantagens para os ocupantes de cada crédito em relação a um conjunto de categorias de impacte. Os impactes são definidos como efeitos ambientais e humanos na concepção, construção, operação e manutenção de um edifício, como nas emissões de gases de efeito de estufa, a utilização de combustíveis fósseis, a presença de toxinas e produtos cancerígenos, poluentes do ar e água, e condições ambientais do interior dos edifícios. Uma combinação de proposições incluindo, modelação de energia, avaliação do ciclo de vida, e análise de transporte, são utilizadas para quantificar cada tipo de impacte.

Apresenta-se a lista de referência para novos projectos e principais renovações LEED 2009 [117].

+ Locais sustentáveis		**26 pontos possíveis**
Pré-requisito 1:	Actividades de construção e prevenção de poluição.	Obrigatório
Crédito 1:	Selecção da localização.	1
Crédito 2:	Densidade do empreendimento e conectividade transportes públicos.	5
Crédito 3:	Urbanização de solos expectantes.	1
Crédito 4.1:	Transportes alternativos: Acesso aos transportes públicos.	6
Crédito 4.2:	Transportes alternativos: Armazenamento de bicicletas e locais de troca.	1
Crédito 4.3:	Transportes alternativos: Veículos de baixas emissões e combustível eficientes.	3
Crédito 4.4:	Transportes alternativos: Capacidade de estacionamento.	2
Crédito 5.1:	Desenvolvimento do local: Protecção e restabelecer dos habitats.	1
Crédito 5.2:	Desenvolvimento do local: Maximizar os espaços abertos.	1
Crédito 6.1:	Concepção águas pluviais: Controlo de quantidades.	1
Crédito 6.2:	Concepção águas pluviais: Controlo de qualidade.	1
Crédito 7.1:	Efeito ilha de calor: Não coberturas.	1
Crédito 7.2:	Efeito ilha de calor: Coberturas.	1
Crédito 8:	Redução da poluição da iluminação.	1

+ Eficiência da água		**10 pontos possíveis**
Pré-requisito 1:	Redução utilização da água.	Obrigatório
Crédito 1:	Uso eficiente água nos espaços exteriores.	2-4
Crédito 2:	Tecnologias inovadoras para águas residuais.	2
Crédito 3:	Redução na utilização da água.	2-4

+ Energia e atmosfera		**35 pontos possíveis**
Pré-requisito 1:	Controlo de qualidade dos sistemas de energia do edifício.	Obrigatório
Pré-requisito 2:	Desempenho mínimo de energia.	Obrigatório
Pré-requisito 3:	Gestão refrigeradores.	Obrigatório
Crédito 1:	Optimização do desempenho energia.	1-19
Crédito 2:	Energias renováveis no edifício.	1-7
Crédito 3:	Controlo de qualidade aperfeiçoada.	2
Crédito 4:	Gestão refrigeradores aperfeiçoada.	2
Crédito 5:	Medição e verificação.	3
Crédito 6:	Alimentação fontes renováveis.	2

+ Materiais e recursos		**14 pontos possíveis**
Pré-requisito 1:	Armazenamento e recolha para reciclagem.	Obrigatório
Crédito 1.1:	Reutilização do edifício: Manter paredes existentes, tectos e coberturas.	1-3
Crédito 1.1:	Reutilização do edifício: Manter elementos interiores não estruturais.	1
Crédito 2:	Gestão desperdícios da construção.	1-2
Crédito 3:	Reutilização de materiais.	1-2
Crédito 4:	Conteúdo reciclável.	1-2
Crédito 5:	Materiais regionais.	1-2
Credito 6:	Materiais de rápida renovação.	1
Crédito 7:	Madeira reciclável.	1

+ Qualidade ambiental do ar interior		**15 pontos possíveis**
Pré-requisito 1:	Desempenho mínimo da qualidade do ar interior.	Obrigatório
Pré-requisito 2:	Controlo ambiental do fumo de tabaco.	Obrigatório
Crédito 1:	Monitorização da entrada do ar exterior.	1
Crédito 2:	Aumento da ventilação.	1
Crédito 3.1:	Plano de gestão qualidade do ar: Durante a construção.	1
Crédito 3.2:	Plano de gestão qualidade do ar: Antes da construção.	1
Crédito 4.1:	Materiais de baixa emissividade: Adesivos e selantes.	1
Crédito 4.2:	Materiais de baixa emissividade: Tintas e acabamentos.	1
Crédito 4.3:	Materiais de baixa emissividade: Sistemas de pavimento.	1
Crédito 4.4:	Materiais de baixa emissividade: Madeira compósita e produtos fibrosos.	1
Crédito 5:	Controlo de químicos no interior e fontes de poluentes.	1
Crédito 6.1:	Controlabilidade de sistemas: Iluminação.	1
Crédito 6.2:	Controlabilidade de sistemas: Conforto térmico.	1
Crédito 7.1:	Conforto térmico: Concepção.	1
Crédito 7.2:	Conforto térmico: Verificação.	1
Crédito 8.1:	Iluminação natural e vistas: Iluminação natural.	1
Crédito 8.2:	Iluminação natural e vistas: Vistas.	1

+ Inovação e concepção		**6 pontos possíveis**
Crédito 1:	Inovação e concepção.	1-5
Crédito 2:	Recorrer a um profissional acreditado LEED.	1
+ Prioridade regional		**4 pontos possíveis**
Crédito 1:	Prioridade regional.	1-4

A avaliação final do LEED 2009 tem como limite uma atribuição de 100 pontos base, dos quais, 6 possíveis em inovação e concepção, e 4 possíveis para prioridade regional, pela atribuição de um Certificado, 40-49 pontos; Prata, 50-59 pontos; Ouro, 60-79 pontos; Platina, 80 pontos ou superior.

5.3.2.4 Code for Sustainable Homes

O *Code for Sustainable Homes* é um método de avaliação ambiental para novas construções que avalia o desempenho ambiental em duas fases do processo, concepção e pós-construção, utilizando critérios objectivos e de verificação. Os resultados da avaliação do código são registados num certificado afixado ao empreendimento (Tabela 5.19).

Tabela 5.19: Sumário das categorias e assuntos ambientais do Code for Sustainable Homes [118]

Categoria	**Assunto**
Energia e emissões de CO_2	▪ Taxas de emissão dos edifícios. ▪ Sistemas construtivos do edifício. ▪ Iluminação interior. ▪ Espaços de secagem. ▪ Etiquetagem dos electrodomésticos. ▪ Iluminação exterior. ▪ Tecnologias de baixo e zero carbono. ▪ Armazenamento para bicicletas. ▪ Escritórios domésticos.
Água	▪ Uso água no interior. ▪ Uso água no exterior.
Materiais	▪ Impactes ambientais dos materiais. ▪ Uso responsável dos materiais, elementos básicos de construção. ▪ Uso responsável dos materiais, elementos de acabamento.
Águas de superfície	▪ Gestão das águas de superfície dos empreendimentos. ▪ Risco de cheia.
Desperdícios	▪ Armazenamento de desperdícios não recicláveis e desperdícios domésticos. ▪ Gestão dos desperdícios de construção. ▪ Compostagem.
Poluição	▪ Potencial de aquecimento global dos isolamentos. ▪ Emissões NOx.
Saúde e bem-estar	▪ Iluminação natural. ▪ Isolamento sonoro. ▪ Espaços privados. ▪ Vida útil dos edifícios.
Gestão	▪ Manuais para as habitações. ▪ Considerar os planos dos construtores. ▪ Impactes no local de construção. ▪ Segurança.
Ecologia	▪ Valor ecológico dos locais. ▪ Realçar da ecologia. ▪ Protecção das características ecológicas. ▪ Alteração do valor ecológico do local. ▪ Pegada ecológica do edifício.

O *Code for Sustainable Homes* designa um ou mais requisitos de desempenho em todos os assuntos ambientais. A cada requisito de desempenho, um crédito é atribuído, onde o número total de créditos disponíveis numa categoria é a soma de créditos disponíveis em todos os assuntos.

Créditos extra estão disponíveis numa escolha livre ou, numa base de permuta entre outros assuntos, para que os promotores possam escolher um conjunto de créditos adicionais, transformados através de uma pesagem em pontos de percentagem para de poder alcançar uma avaliação final desejada [118].

Os impactes ambientais das categorias não têm uma importância igual. O valor relativo é expresso pela aplicação de um factor de pesagem ambiental para que a soma de todos os créditos brutos numa categoria resultem num valor expresso em percentagem (Tabela 5.20).

Tabela 5.20: Créditos disponíveis, factores de peso e pontuação do Code for Sustainable Homes [118]

Categoria dos impactes ambientais	**Totalidade de créditos em cada categoria**	**Factor de pesagem (% pontos de contribuição)**	**Valor aproximado pesado para cada crédito**
Categoria 1 *Energia e emissões de CO_2*	29	36,4%	1,26
Categoria 2 *Água*	6	9,0%	1,50
Categoria 3 *Materiais*	24	7,2%	0,30
Categoria 4 *Águas de superfície*	4	2,2%	0,55
Categoria 5 *Desperdícios*	7	6,4%	0,91
Categoria 6 *Poluição*	4	2,8%	0,70
Categoria 7 *Saúde e bem-estar*	12	14,0%	1,17
Categoria 8 *Gestão*	9	10,0%	1,11
Categoria 9 *Ecologia*	9	12,0%	1,33
Total		100,0%	

+ Avaliação pós-construção

O objectivo de uma avaliação pós-construção é o de estimar cada edifício construído a nível individual, para determinar um valor final para o empreendimento e qual o nível de código a atribuir (Tabela 5.21).

Tabela 5.21: Objectivos para uma avaliação pós-construção do Code for Sustainable Homes [118]

Categorias	**Assuntos**	**Objectivo**
Energia e emissões de CO_2	**Ene 1** Taxas de emissão dos edifícios	▪ Limitar as emissões de dióxido de carbono para a atmosfera que resultam das operações de um edifício e funcionamento dos serviços.
	Ene 2 Sistemas construtivos do edifício	▪ Verificação futura da eficiência energética nos edifícios na vida útil total pelo limitar das percas de calor através do invólucro do edifício.
	Ene 4 Espaços de secagem	▪ Providenciar uma redução de energia pela secagem de vestuário.
	Ene 5 Etiquetagem dos electrodomésticos	▪ Estimular a provisão ou a compra de electrodomésticos eficientes e portanto, redução das emissões de dióxido de carbono dos equipamentos em utilização nas habitações.

{continua}

	Ene 6 Iluminação exterior	▪ Estimular a provisão de iluminação externa eficiente do ponto de vista energético, reduzindo as emissões associadas com os edifícios.
	Ene 7 Tecnologias de baixo e zero carbono	▪ Redução das emissões de carbono e poluição atmosférica pelo encorajar a geração de energia local a partir de fontes renováveis, para fornecer um proporção significativa das necessidades de energia.
	Ene 8 Armazenamento para bicicletas	▪ Estimular uma utilização abrangente de bicicletas como meio de transporte pelo providenciar armazenamento para bicicletas, pela redução dos lugares disponíveis para estacionamento automóvel.
Água	**Wat 1** Uso água no interior	▪ Redução do consumo da água potável nas habitações a partir de todas as fontes, através da utilização de equipamentos para uso eficiente de água, electrodomésticos e sistemas de reciclagem de água.
	Wat 2 Uso água no exterior	▪ Estimular a reciclagem das águas pluviais e reduzir a quantidade da água potável utilizada para fins exteriores.
Águas de superfície	**Sur 1:** Gestão das águas de superfície dos empreendimentos	▪ Conceber empreendimentos que evitem, reduzem e retardem as descargas das águas da chuva para os esgotos públicos e cursos de água. Esta situação protege os cursos de água e reduz os riscos de cheias localizadas, poluição e outros danos ambientais.
	Sur 2 Risco de cheia	▪ Estimular os empreendimentos nas áreas de risco de cheias ou tomar medidas para redução do impacte das cheias nas habitações em áreas com um risco médio ou alto de cheia.
Desperdícios	**Was 1** Armazenamento de desperdícios não recicláveis e desperdícios domésticos	▪ Reconhecer e premiar a provisão de espaço de armazenamento interno e externo para desperdícios não recicláveis e lixo doméstico reciclável.
	Was 3 Compostagem	▪ Estimular os promotores a providenciar instalações para a compostagem de lixos domésticos, redução da quantidade de desperdícios domésticos enviados para aterros.
Poluição	**Pol 2** Emissões NOx	▪ Redução do aquecimento global a partir da emissão de agentes atmosféricos que resultam da manufactura, instalação, utilização e desfazer de materiais de isolamento térmico e acústico.
Ecologia	**Eco 1** Valor ecológico dos locais	▪ Encorajar os empreendimentos em solos que têm já um valor limitado de vida selvagem e, desencorajar o desenvolvimento de locais com valor ecológico.
	Eco 2 Realçar da ecologia	▪ Realçar o valor ecológico de um lugar.
	Eco 3 Protecção das características ecológicas	▪ Proteger as características ecológicas dos danos substanciais durante a limpeza dos locais de realização dos trabalhos de construção.
	Eco 4 Alteração do valor ecológico do local	▪ Premiar passos tomados para minimizar as reduções e encorajar melhoramentos de valor ecológico.

5.3.2.5 Living Building Challenge

O objectivo do *Living Building Challenge* é o de definir a mais alta avaliação de sustentabilidade possível para o ambiente construído, baseado no reconhecimento que uma verdadeira sustentabilidade ainda não é alcançável. Com esta norma, pretende-se um encorajar de diálogo e investigação na indústria da construção, apresentando-se como uma ferramenta de apoio para projectos-piloto (Tabela 5.22).

Duas regras diferenciadoras estão na base do *Living Building Challenge* [119]:

- Todos os elementos são obrigatórios, no entanto, alguns regulamentos têm excepções temporárias devido às limitações de projecto;
- Designações da norma têm como designação o existente, em vez de um desempenho modelado ou antecipado.

Tabela 5.22: Lista do dezasseis pré-requisitos do Living Building Challenge [119]

Categoria	Assuntos	Pré-requisitos
Local	**01** Escolha responsável do local	▪ Edifícios não devem ser construídos em, ou locais adjacentes, a habitats ecológicos ou locais sensíveis a ocorrerem cheias.
	02 Limites ao crescimento	▪ Edifícios só podem ser construídos em zonas urbanas ou urbanizáveis.
	03 Intercâmbio de habitats	▪ Por cada quatro hectares de área construída, uma quantidade idêntica de solo deve ser disponibilizada para prosperar como ecossistema local.
Energia	**04** Energia zero	▪ Cem por cento das necessidades dos projectos devem ser fornecidas a partir fontes renováveis de combustível existentes no local do projecto numa base de avaliação anual.
Materiais	**05** Lista negra materiais	▪ Os edifícios não podem conter nenhum material ou químico que seja considerado prejudicial pela indústria da construção.
	06 Pegada carbono da construção	▪ Os edifícios devem ter em conta a incorporação das emissões de carbono produzidas durante o período de construção.
	07 Indústria responsável	▪ Toda a madeira deve ser certificada que não tem origem em fontes não legais ou, a colheita intencional no sítio, com o propósito de limpeza da área de construção.
	08 Raio apropriado para materiais e serviços	▪ Localização da fonte dos materiais deve ser apropriada a ponderação de densidade e funcionalidade, membros das equipas devem estar situados num raio limite de distância.
	09 Liderança nos desperdícios da construção	▪ Desperdícios da construção devem ser desviados dos aterros.
Água	**10** Consumo zero de água	▪ Cem por cento da água utilizada pelos ocupantes do edifício deve ter proveniência na captação das águas pluviais ou sistemas fechados, que tenham em atenção os impactes nos ecossistemas e que sejam purificados de forma depurada sem utilização de químicos.
	11 Descargas sustentáveis de água	▪ Cem por cento das águas de descargas devem ser geridas dentro da implantação do edifício e integradas em sistemas abrangentes para fornecer as necessidades dos projectos.
Qualidade ar interior	**12** Um ambiente civilizado	▪ Cada espaço ocupado deve ter janelas operáveis que providenciam o acesso ao ar fresco, vistas e iluminação natural.
	13 Qualidade do ar: Controlo das fontes	▪ Os edifícios devem conter medidas de preocupação, para manter um ambiente interior saudável.
	14 Qualidade do ar: Ventilação	▪ Os edifícios devem estar concebidos para estabelecerem taxas de ventilação adequadas.
Beleza e inspiração	**15** Beleza e espírito	▪ Edifícios devem conter realizações de projecto que tenham como intenção o deleite humano e a celebração da cultura, espírito e lugar, apropriado à função do edifício.
	16 Inspiração e educação	▪ Materiais educativos sobre o desempenho e operações do projecto devem ser tornadas públicas para partilhar o sucesso das soluções e para motivar a mudança.

5.3.3 Níveis de sustentabilidade dos materiais

5.3.3.1 Avaliação dos materiais de construção

Podem ser consideradas três categorias para avaliar o nível de sustentabilidade dos materiais, ao nível da gestão de recursos, nos níveis de toxicidade, e no determinar de níveis de performance [120].

+ Gestão de recursos
Refere-se à totalidade de impacte nos recursos do planeta, aos recursos perpétuos, solar, água, energia das marés, recursos renováveis, madeira, solos, e recursos não renováveis como, petróleo, carvão, alumínio, da aquisição das matérias-primas e os processos de manufactura utilizados. Considera o impacte na biodiversidade e nos ecossistemas, onde a avaliação mais comum inclui os conteúdos recicláveis e certificações ambientais independentes para aquisição ou manufactura. Uma gestão sustentável dos recursos favorece os seguintes imperativos, reduzir, reutilizar, reciclar, e renovar.

+ Toxicidade
Preocupações com a toxicidade englobam os contaminantes, tanto dos espaços interiores como exteriores, e o respectivo impacte na saúde dos ocupantes e da saúde do planeta. Assuntos relativos à toxicidade incluem a contaminação do planeta e da respectiva degradação dos ecossistemas e biodiversidade, no entanto, como a cultura dominante é ainda centrada nos humanos, o parâmetro em avaliação na indústria é a avaliação da qualidade ambiental do ar interior.

+ Performance
As considerações de performance direccionam para uma avaliação dos impactes ambientais indirectos associados a um determinado produto, examinam os métodos de instalação, manutenção e processo de materiais, durabilidade, eficiência energética, e a capacidade dos produtos serem reciclados ou reutilizados no fim de vida dos edifícios. Assuntos relativos à performance incluem também considerações mais vastas em relação ao impacte de um produto no meio ambiente, como partículas de materiais nos acabamentos exteriores e a permeabilidade dos pavimentos. Medições típicas incluem avaliação da eficiência energética, a produtividades dos trabalhadores, e a satisfação dos consumidores.

O desafio de avaliar a sustentabilidade de um produto é uma questão simples mas que pode originar respostas complexas [120]:

- **Risco:** Verificação se um subproduto numa das fases de manufactura é um químico sintético e se já foi testado os seus efeitos nos humanos;
- **Obtido localmente:** Se os materiais utilizados no fabrico dos produtos foram obtidos de um local com um ecossistema em perigo;
- **Reciclável:** Verificar se os materiais são obtidos a partir de outros materiais recicláveis, se são materiais reciclados de base petrolífera ou se as resinas adesivas são cancerígenas;
- **Produção intensiva energética:** Verificar se o equipamento de fabrico é de alta eficiência e conferir qual a origem da energia utilizada no funcionamento da instalações;
- **Reutilização ou reciclagem:** Verificar se os produtos na fase final de vida podem ser reciclados ou se há a possibilidade de criar uma nova tecnologia para proceder a essa reciclagem.

+ Eficiência dos recursos

Uma eficiência na utilização dos recursos para edifícios integrados, refere-se a técnicas que podem envolver, quer materiais como métodos de construção. Uma eficiência pode ser alcançada pela [121]:

- Redução da quantidade de matérias-primas utilizadas nos materiais, produtos e sistemas de construção;
- Utilização de produtos que minimizem os impactes para novas construções e renovações;
- Flexibilidade de concepção ou adaptabilidade na utilização de componentes reutilizáveis;
- Concepção para desconstrução, pela redução dos impactes das demolições;
- Conceber com componentes prefabricados, deste modo é possível reduzir os impactes da construção no local e reduzir os impactes globais dos desperdícios da construção.

Tabela 5.23: Preocupações para garantir uma eficiência dos recursos [121]

Preocupações	**Descrição**
Durabilidade	▪ Entender a durabilidade de um produto ou material envolve, ter em atenção o tempo de vida útil e avaliar esse tempo em relação à duração da garantia, e estabelecer especificações baseadas nesta pesquisa.
Empacotamento	▪ Fabricantes devem reduzir a quantidade de material utilizado nas embalagens quando os materiais são transportados para os locais de construção.
Desperdícios	▪ Avaliar qual a quantidade de desperdícios que é produzida durante o processo de manufactura dos materiais.
Conteúdo reciclado	▪ Pesquisar a quantidade de conteúdo reciclado contido no material ou produto que possa evidenciar práticas de gestão de desperdícios e nível de compromisso dos fabricantes.
Localização	▪ Determinar a localização de manufactura dos materiais em relação ao local de construção.
Água	▪ Tal como na utilização de energia é também possível avaliar a quantidade de água utilizada durante todo o processo de manufactura de um material. Quer a energia incorporada como a água incorporada de um material são modos de pensar a eficiência de um material e atributos da sustentabilidade.
Recursos naturais	▪ Materiais de fontes não renováveis devem ser evitados. A actividade extractiva na maioria dos casos causa danos ao meio ambiente.
Reutilização	▪ A recuperação de materiais pode incluir componentes inteiros de edifícios que podem ser reutilizados.
Floresta sustentável	▪ Utilizar madeira proveniente de florestas geridas de forma sustentável e acesso a utilização de madeira certificada.
Capacidade de renovação	▪ Recursos naturais podem ser utilizados caso se faça um esforço para restaurar o que foi explorado.
Materiais de base biológica	▪ Materiais manufacturados a partir de desperdícios da agricultura em vez de produtos que podem ser consumidos são produtos de base biológica para materiais de construção.
Materiais de baixa manutenção e produtos de limpeza	▪ Materiais que tem facilidade de limpeza ou produtos de limpeza de baixa ou nenhuma emissão, incluindo produtos de limpeza que são consideráveis benignos.
Manutenção	▪ Manutenção baixa ou pouco frequentes estão associados à durabilidade dos produtos e na redução de custos na vida do material.
Eficiência dos materiais	▪ Utilizar menos de um material para conseguir o mesmo objectivo é denominado de eficiência do material.
Desmontagem	▪ Relacionado com a desconstrução, refere-se aos componentes mais pequenos que podem ser desmontados.

5.3.3.2 Metodologia de avaliação para materiais

Para apoiar uma selecção sustentável de materiais, um determinado número de metodologias estão disponíveis. Muitas destas metodologias requerem um entendimento mais profundo dos sistemas que permitem aos edifícios ter um melhor desempenho e capacidade de respostas às solicitações em busca da sustentabilidade ambiental. As metodologias apresentadas são relacionáveis e suporte para um processo integrado de concepção [122].

+ Principio da preocupação
É um parâmetro de orientação central que apoia e informa outras metodologias de concepção. Se as consequências exactas de uma determinada acção não são conhecidas, mas são determinadas por um grande risco de impacte, é portanto preferível não executar a acção, assim, elimina-se o risco da incerteza de uma acção possivelmente negativa. É habitualmente utilizado para avaliar os efeitos que actos específicos têm no meio ambiente e na saúde humana.

+ Natural step
É uma metodologia de base científica construída num enquadramento de consensos e num pensamento de base sistémica. Está baseada em quatro condições, as quais numa sociedade sustentável, a natureza não é a matéria de suporte para um aumento sistemático da concentração de substâncias extraídas da crosta terrestre, na concentração de substâncias produzidas pela sociedade, na degradação por meios físicos e da respectiva sociedade, e em que as pessoas não são matéria para circunstâncias que sistematicamente minam as suas capacidades para irem de encontro às suas necessidades.

+ The living buildings challenge
Sistema que busca o superar das melhores práticas e diferencia a escolha de materiais baseado em cinco critérios: uma lista de materiais com substâncias proibidas; pegada ecológica dos materiais; utilização responsável de madeiras; uso apropriado baseado no raio de transporte de materiais e serviços; desviar dos desperdícios de construção dos aterros comuns. Pretende-se remover os materiais mais prejudiciais da indústria da construção, proceder a uma avaliação do ponto de vista da saúde humana, e pela redução e compensar os impactes ambientais associados ao processo de construção.

+ Movimento cradle to cradle (C2C)
Metodologia que procura transformar a indústria pela criação de produtos num ciclo denominado *cradle to cradle (berço para o berço),* em alternativa ao *tomar-fazer-desperdiçar* do passado. Através de uma cuidadosa concepção dos componentes dos materiais e montagem dos produtos, os materiais componentes dos produtos podem, no fim da vida útil, ser reutilizados de forma perpétua num ciclo de vida fechado. Assim, maximiza-se o valor dos materiais sem danificar os ecossistemas, recorrendo a um processo certificado dos materiais e produtos.

+ Pharos
Protocolo que se apresenta como um sistema de avaliação de materiais sustentáveis e como ferramenta de avaliação dos materiais de construção. Produtos são avaliados para um desenvolvimento em direcção a três ideais de medição: impacte na saúde e na poluição; atributos dos recursos naturais; factores sociais e de comunidade.

+ Biomimetismo
Termo utilizado para definir uma nova ciência que estuda as melhores ideias da natureza, de modo a imitar esses processos e concepções para a resolução dos problemas humanos. A premissa que reside nesta aproximação apoia-se no princípio de que a natureza já resolveu a maioria dos problemas de concepção, e que estes apenas necessitam de ser replicados pelas realizações humanas.

+ Desmaterialização

Tem como objectivo produzir a mesma qualidade de vida recorrendo a um uso significativo de menos recursos. Num material de construção, a desmaterialização orienta um conjunto de questões pelo avaliar das necessidades para apoiar a missão de um determinado edifício, possibilidades locais de aceder aos recursos e à durabilidade. Apoia-se na capacidade inventiva dos projectistas para evitar o consumo e desperdício de matérias-primas, pelo fecho ciclo de vida dos materiais, pela utilização de energias e matérias-primas renováveis, e dirigindo-se no objectivo de uma economia baseada nos serviços. O processo vai mais além das preocupações de aumento da energia e da eficiência dos recursos, para na realidade promover uma redução do consumo.

+ There is no way

Princípio que alerta para as preocupações de fim de vida dos materiais, onde se sugere que a concepção e a utilização de materiais nos edifícios deve ir de encontro com os seguintes princípios, em ordem de prioridade: concepção e selecção de materiais que permitam uma desconstrução, reutilização e uma durabilidade apropriada para o serviço de vida das estruturas; desperdícios sólidos são eliminados o mais eficientemente possível; onde há a produção de desperdícios, uma reutilização é encontrada no local de construção, para o que sobra, reutilizações são encontradas no local de construção; todos os desperdícios sólidos que não podem ser reutilizados são reciclados ou transformados em adubos.

5.4 Operação, Manutenção e Desmantelamento

Novas abordagens e avanços dos instrumentos informáticos permitem um novo potencializar das possibilidades para uma gestão acurada do funcionamento dos edifícios. É portanto imperativa uma introdução destes sistemas de automação para suporte na gestão dos edifícios.

Sistemas de automação de edifícios incluem:

- Medição, controlo e regulação de sistemas;
- Sistemas de gestão central de edifícios.

5.4.1 Sistemas para gestão dos edifícios

5.4.1.1 Regulação de sistemas

Regulação é essencial para a obtenção dos objectivos ou na prevenção das falhas na consecução de objectivos. A vantagem da regulação em alternativa ao controlo, é que o primeiro pode responder às falhas sem ter que as avaliar, as desvantagens estão que este sistema pode tornar-se instável, uma vez que se perca o equilíbrio, oscila de forma constante, um efeito que é impossível de controlar [77].

+ Fuzzy control
A *Fuzzy control* é uma regulação inovadora e um princípio de controlo que se aproxima-se da percepção e expressão humana. Foi desenvolvido para processar sequências complexas ou sequências que requerem um grande nível de processamento matemático. Para sistemas convencionais de controlo por reacção, como nas áreas de aquecimento, arrefecimento, ar condicionado e sistemas de refrigeração, este sistema é raramente necessário.

+ Comportamento de auto-regulação
Componentes passivos dos edifícios, frequentemente utilizados para reduzir o consumo de energia, por vezes exibem comportamentos inerentes de auto-regulação:

- Tectos com condutas de arrefecimento de água;
- Sistemas de aquecimento, a baixa temperatura;
- Massa armazenamento térmico, para aproveitar a energia solar;
- Instalações permanentes de sombreamento.

+ Processo de optimização
Há actualmente uma necessidade absoluta para optimizar todos os processos implicados com o consumo de energia. Os principais objectivos de optimização são:

- Aumento da sustentabilidade ambiental;
- Diminuição do consumo de energia;
- Melhora da qualidade ambiental nos compartimentos;
- Melhora nas operações de segurança;
- Redução dos esforços de manutenção e operação;
- Redução de custos.

5.4.1.2 Aproximação whole system

A aplicação das teorias *whole system* aos processos de engenharia sustentável baseia-se em três conceitos fundamentais [123]:

- **Concepção:** Selecção e integração de subsistemas e componentes baseados numa estimativa inicial acurada das soluções optimizadas para o sistema, testa e verifica as soluções óptimas para averiguar se o sistema funciona;
- **Optimizar:** Redefinir a composição do sistema baseada na análise e teste de modo a que os requisitos sejam melhor alcançados;
- **Testar:** Avaliar a performance dos sistemas utilizando ferramentas como a modelação matemática, física e computacional, e monitorização e comparação com os requisitos.

A sustentabilidade é enfatizada através das seguintes actividades [123]:

- Considerações sobre a sustentabilidade são colocadas em evidência a par com as considerações económicas e de performance. As considerações principais sobre a sustentabilidade são o uso dos recursos, energia, materiais, gestão da água, e os impactes biológicos e o fornecer de opções para as gerações futuras;
- Pesquisa é utilizada em todas as fases do processo dos sistemas de engenharia. A pesquisa é usada para enriquecer uma base de dados de possíveis soluções tecnológicas e de soluções de projecto que sejam apropriadas para o desenvolver de uma determinada fase. As últimas inovações tecnológicas podem proporcionar oportunidades para uma realização das especificações sem um comprometer de determinados aspectos da performance;
- Há elementos que ajudam a agilizar o processo na fase de concepção preliminar e o processo de optimização durante a concepção pormenorizada. Agilizar estes processos diminui o tempo requerido para convergir em soluções óptimas. Estes elementos estimulam o desenvolvimento de sistemas optimizados da solução global. O ignorar deste elementos gera, na melhor das hipóteses, bons sistemas locais, ou seja, um sistema que é óptimo dados os constrangimentos arbitrários impostos por alguns subsistemas;
- Fase de teste é a base para uma validação e selecção de todas as fases. Testar implica um conjunto de modelação física e análise matemática, acrescido de uma monitorização que garanta que o sistema satisfaz as especificações e avaliar um conjunto de potenciais sistemas. Nos sistemas mais complexos, um teste final e optimização do sistema, pode ser alargado às fases de avaliação do ciclo de vida.

5.4.1.3 Procedimentos de controlo nos edifícios

Procedimento de controlo de qualidade, *commissioning*, é um processo sistemático para garantir a verificação e documentação, desde a fase de concepção até um mínimo de um ano após a construção, de como todos os sistemas desempenham as suas funções, de forma interactiva e de acordo com as intenções e documentação de projecto, de acordo com as necessidades operacionais do dono de obra e, inclui a preparação de pessoal de operação e manutenção.

+ Benefícios

Porque todos os edifícios são sistemas integrados, uma deficiência em um ou mais componentes pode resultar numa operação e desempenho não optimizado de um outro componente.

O remediar destas deficiências pode resultar numa variedade de benefícios que incluem [124]:

- Aumento da produtividade dos ocupantes dos edifícios;
- Menor consumo e gastos através de um economizar de energia;
- Aumento da satisfação dos ocupantes e donos de obra;
- Melhoramento das condições ambientais de saúde e conforto dos ocupantes;
- Melhoria das funções dos sistemas e equipamentos;
- Melhoria das operações e gestão dos edifícios;
- Aumento da segurança dos ocupantes;
- Melhoria da documentação dos edifícios;
- Diminuição dos períodos de transição;
- Aumento da extensão do ciclo de vida dos equipamentos.

+ Sistemas de controlo

Sistemas de controlo desempenham uma parte importante no funcionamento dos edifícios e determinam muitas das funções do desempenho sustentável incluídos no plano original de funcionamento. Os sistemas de controlo são centrais para o desempenho dos edifícios. Quando funcionam de forma adequada, a qualidade ambiental interior promove a produtividade através da iluminação, conforto e ventilação, permitindo um melhor desempenho das tarefas pelas pessoas. Quando há falhas, o resultado são, o despendido financeiro, perca de produtividade e o desconforto.

A ASHRAE, *American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers,* identifica sete áreas fundamentais de actuação para sistemas de controlo dos edifícios [75]:

- **Papel dos sistemas de controlo no desempenho da eficiência energética:** Através de uma calendarização, descargas e detecção de falhas, sistemas de controlo com capacidade para reduzir o uso de energia dos edifícios até 20% em relação a um típico edifício comercial;
- **Papel dos sistemas de controlo no desempenho da eficiência no uso da água:** Usada inicialmente para controlo das fugas e irrigação dos espaços exteriores, esta verificação pode reduzir o consumo de água;
- **Papel dos sistemas de controlo no despenho de uma qualidade ambiental do ar interior:** Na maioria dos edifícios comerciais, controlos jogam um papel crucial para garantir uma qualidade ambiental do ar interior. Estes controlos regulam as quantidades do ar exterior introduzido no edifício, zonas de ventilação, zonas de temperatura, humidade relativa, e monitorização dos filtros de ar;
- **Sistemas de controlo nos processos de avaliação:** Em todos os sistemas dos edifícios, controlos são mais susceptíveis a terem problemas durante a instalação. Estes podem ser resolvidos através de um processo minucioso de verificação de performance;
- **Sistemas de controlo e verificação dos objectivos dos sistemas de certificação:** Elementos dos sistemas de certificação que podem ser endereçados através de sistemas de controlo de projecto e implementação;
- **Concepção para uma eficiência sustentável:** Sistemas de controlo que ajudam a garantir uma eficiência continuada do funcionamento tornando possível uma medição e verificação do desempenho do edifício e que sirva como base para os procedimentos de manutenção;
- **Referências a outras fontes de informação:** Recursos úteis para a concepção e avaliação para o sucesso dos sistemas de controlo dos edifícios.

+ Interacção entre serviços dos edifícios

A grande maioria dos conflitos entre serviços dos edifícios está associados a problemas de controlo, e a forma de evitar estas situações, é aconselhável uma adequada identificação e eliminação de possíveis constrangimentos, a ser tomado em consideração nas fases de concepção [83].

Muitos problemas de energia podem ser detectados num conflito entre os diversos serviços dos edifícios. Uma estratégia de concepção eficiente do ponto de vista energético, suportado por um conhecimento das interacções entre diversos serviços, deve evitar esses conflitos (Tabela 5.24).

Tabela 5.24: Interacção entre serviços dos edifícios [83]

Aquecimento	*Evitar aquecimento e arrefecimento simultâneo.*				
Iluminação eléctrica	*Reduzir ganhos incidentais da iluminação para minimizar o arrefecimento.*	*Incluir contribuição da iluminação no aquecimento.*			
Iluminação natural e envidraçados	*Minimizar os ganhos solares para reduzir as cargas solares.*	*Minimizar as percas de calor e maximizar os ganhos de calor através dos envidraçados.*	*Utilizar interruptores adequados e controlos iluminação natural para minimizar a utilização de energia eléctrica.*		
Ventilação natural	*Considerar modo misto para utilizar ventilação natural e evitar arrefecimento mecânico onde possível.*	*Ter em conta os efeitos das janelas abertas.*		*Equilíbrio ganhos solares dos envidraçados com um aumento da ventilação natural. Evitar conflitos entre abertura de janelas e persianas.*	
Ventilação mecânica e ar condicionado	*Utilizar o arrefecimento "grátis" e recuperação.*	*Utilizar a recuperação de calor.*	*Redução da iluminação eléctrica para reduzir as cargas do ar condicionado.*	*Ganhos solares a partir dos envidraçados podem aumentar as cargas sobre o ar condicionado. Perca de calor pode requer aquecimento simultâneo do perímetro.*	*Utilização de ventilação natural em alternativa ao ar condicionado onde possível, ou considerar um uso misto.*
	Arrefecimento	**Aquecimento**	**Iluminação eléctrica**	**Iluminação natural e envidraçados**	**Ventilação natural**

Seleccionar temas no eixo (x) e no eixo (y) e verificar o nível de interacção

5.4.2 Perfis de funcionamento

5.4.2.1 Problemáticas de desempenho

Há uma evidência que muitos edifícios concebidos para serem eficientes do ponto de vista energético não desempenham conforme o expectável, estando já identificados diversos motivos porque tal situação pode ocorrer [96].

+ Alto perfil vs baixo perfil

Nos objectivos para reduzir o consumo de energia, uma atenção especial deve ser dada às especificações sobre o isolamento térmico e às instalações para aquecimento e arrefecimento. Um outro factor a ter em atenção é o tipo de motores e o tamanho de condutas nos sistemas mecânicos, já que na maioria dos casos os sistemas são sobredimensionados, o que origina um excesso de consumo de energia. Computadores permanentemente ligados para além do dispêndio de energia também influenciam na necessidade de arrefecimento dos edifícios. Preocupação similar aconselha uma concepção eficiente da iluminação artificial. Melhoramentos substanciais no consumo de energia podem ser alcançáveis tendo em atenção um conjunto de elementos de concepção de baixo perfil.

+ Exigência pela alta tecnologia

Uma sedução por sistemas de alta tecnologia pode levar a instalação de sistemas sobredimensionados ou desnecessários, que excedem as reais necessidades dos edifícios e dos seus ocupantes, no evitar dos excessos tecnológicos e instalar apenas a tecnologia essencial que seja eficiente, não demasiado complexa, de fácil utilização e manutenção. Sistemas excessivamente complexos que requerem uma manutenção difícil tendem a deteriorar-se de forma rápida, porque os serviços de manutenção não estão à altura das exigências da tecnologia utilizada.

+ Dificuldades operacionais

Caso comum quando os manuais de instrução estão mal elaborados e tornam-se inadequados em termos de informação. Há um problema universal com os manuais de instruções, já que estes são escritos por especialistas dos sistemas em questão, o que torna impossível de enfatizar com os operadores e instaladores não iniciados, problemática recorrente em que se espera que os instaladores sejam capazes de completar a montagem de sistemas em datas demasiado apertadas. Se um sistema entra em funcionamento num nível de inferior de eficiência devido a constrangimentos de tempo, gestores de manutenção e utilizadores estão em desvantagem logo desde o início das operações.

+ Doenças relacionados com os edifícios

Um conjunto de doenças pode ser associado aos edifícios, em factores como libertação de gases a partir dos plásticos do mobiliário e equipamento, a frequência das lâmpadas fluorescentes, ou os sistemas de aquecimento e arrefecimento de fraca qualidade de instalação e manutenção originam um conjunto de problemas, como no caso das doenças pela bactéria do Legionário. Doenças relacionadas com a síndrome dos edifícios doentes estão também relacionadas com uma satisfação de performance profissional. Quando uma concepção baseada na eficiência energética estabelece uma boa base de condições ambientais, o esforço extra necessário para se obter um desempenho pessoal em conforto aumenta consideravelmente.

+ Ineficiências inerentes

Sistema concebido para ser eficiente do ponto de vista energético pode ser posto em causa se todo o sistema tem de ser operado para satisfazer uma baixa exigência. Uma sobrecapacidade não razoável dos sistemas instalados é outro problema, já que as escalas de muitas ineficiências podem tornar-se não notadas devido à ausência de sistemas adequados de monitorização, a eficiência dos sistemas pode baixar de forma considerável sem ser detectado pelos responsáveis da manutenção, até uma falha

catastrófica surgir como primeiro indicador. Sistemas sofisticados de controlo e gestão de sistemas electrónicos combinados com medidores de zona podem garantir que as faltas e as ineficiências do sistema são identificadas em tempo útil.

Tabela 5.25: Problemáticas originam mau desempenho dos edifícios [96]

Problemáticas	**Consequências**
Problemas arquitectónicos comuns	▪ Efeitos adversos na utilização excessiva de envidraçados. ▪ Concepção inapropriada das janelas, na falta de refinamento e facilidade de controlo. ▪ Não instalação da totalidade de acessórios o que pode estar em contradição com os propósitos originais, originando uma fraca performance. ▪ Tendência para realçar os aspectos positivos e ignorar os negativos, não dar a mesma importância aos riscos em relação às visões positivas.
Problemas comuns de engenharia	▪ Adopção de critérios inapropriados em relação ao controlo climático, iluminação e distribuição de serviços. ▪ Optimizar as soluções de engenharia que não sejam robustas ou flexíveis. ▪ Uma fé cega na tecnologia tende a subestimar o factor humano e falha no identificar as necessidades reais dos ocupantes. ▪ Uma ventilação mecânica concebida de forma inapropriada em termos de taxas de ventilação, eficiência, tempo de operação, zonamento, e problemas especiais que ocorrem com a ventilação nocturna.
Evitar do ar condicionado	▪ Um menor consumo de energia é provável quando não há um sistema de ar condicionado instalado, contudo esta situação nem sempre é fácil de quantificar. ▪ Baixa de custos de funcionamento pode ser obtido com a ausência de um sistema de ar condicionado, às custas da satisfação dos ocupantes do edifício. A alternativa de um equilíbrio dos sistemas natural/mecânico requer umas técnicas de concepção sofisticada que pode colocar demasiados desafios na concepção de sistemas. ▪ Ventilação natural é considerada ser mais ajustada, mas não é sempre compreendido como essa adaptabilidade pode ser alcançável. ▪ Edifícios ventilados de forma natural reclamam o oferecer melhor satisfação aos ocupantes. Esta situação pode criar condições variáveis de clima a uma qualquer altura e o nível de satisfação dos ocupantes é difícil de medir num base constante. ▪ O trajecto em direcção às construções sustentáveis origina a utilização de alternativas inadequadas ou não testadas de ar condicionado. ▪ Necessidade de maior rigor na definição de padrões da movimentação do ar. ▪ Ventilação natural é menos controlável.
Erros comuns que levam aos desperdício de energia	▪ Há menor risco em sobredimensionar do que subdimensionar, deste modo, os sistemas estão frequentemente sobredimensionados e portanto antieconómicos. ▪ Mesmo as estratégias mais convenientes de operação estão concebidas para um valor médio. ▪ Baixas procuras, como na necessidade de obter água quente, pode reclamar que os sistemas globais estejam em funcionamento. ▪ Sistemas inadequados de monitorização podem falhar na identificação de faltas progressivas. ▪ Falhas intrínsecas nos sistemas de monitorização podem permanecer escondidas sem contudo afectar de modo adverso a utilização de energia.
Factor humano	▪ As pessoas são mais tolerantes a condições de edifícios com ventilação natural do que em ambientes selados providos de ar condicionado, no aceitar na variação de temperaturas e na percepção de aceitação das movimentações de ar. As razões são que os ocupantes dos edifícios tendem a gostar de ter o controlo, deste modo, a necessidade de evitar o excesso de controlo automático. ▪ Ocupantes não têm disponibilidade de estar em permanência a ajustar o ambiente dos edifícios e tendem a realizar o que lhes é mais conveniente, a solução é a criação de sistemas articulados. ▪ De forma comum as pessoas tendem a considerar mais fácil o colocar os sistemas ligados do que desligados, onde o ligar manual e o desligar automático devem ser a norma. Do mesmo modo o facto de inércia tende a aumentar quando as pessoas estão em grupos, dado ao potencial de risco à crítica. ▪ Mudanças bruscas originam perturbação, assim, modificações automáticas à gestão do clima interior dos edifícios devem ocorrer de forma imperceptível sempre que possível. ▪ Consciência do mundo exterior é um componente importante, as vistas para o exterior possibilitam a percepção num nível não consciente de uma resposta às condições ambientais por parte dos ocupantes.

5.4.2.2 Pesquisa para a redução energia

Exemplo de pesquisa, desenvolvimento e demonstração que permita o alcançar de poupanças de energia significativas para a maioria dos edifícios, em busca para uma segurança energética e redução dos efeitos das alterações climáticas [38]:

- **Ferramentas computorizadas:** Melhoria nas ferramentas para facilitar um processo integrado de concepção pela análise de interacções entre os elementos dos edifícios que afectam o uso de energia. Com o desenvolvimento de ferramentas complexas, há também uma necessidade de desenvolver ferramentas informáticas simples, apropriadas para cada fase do processo de concepção;
- **Tecnologias de controlo e de monitorização:** Tecnologias avançadas são necessárias para suportar o diagnóstico, a detecção de falhas, e o controlo em tempo real para uma variedade de sistemas de energia nos edifícios;
- **Componentes de edifícios mais eficientes:** Necessidade de avanços nos sistemas de ar condicionado e ventilação, sistemas convencionais de iluminação, controlos e avanços na tecnologia LED, avanços nos elementos de protecção das janelas, sistemas para optimizar a transferência de ar nas fachadas, sistemas integrados de painéis fotovoltaicos nos edifícios;
- **Locais para testes:** Instalação para a criar experiências controladas, que permitam realizar testes de fachadas avançadas em associação com sistemas inovadores de ar condicionado e ventilação, e uma nova geração de controlos e monitorização, de acordo com diferentes zonas climáticas;
- **Programas de demonstração:** Programas de demonstração que comprovem que os edifícios comerciais podem ser construídos de modo a utilizarem 70% de menos energia em relação às estruturas correntes, como forma a encorajar a indústria da construção a tomar mais atenção à concepção integrada e outras práticas de eficiência energética;
- **Isolamento estático:** Desenvolvimentos de nanotecnologia para mecanismos de conversão directa de energia possam ser utilizados para criar materiais de isolamento térmico de alta performance para diversos sistemas térmicos;
- **Isolamento dinâmico:** A nanotecnologia tem o potencial para desenvolver isolamentos dinâmicos nos quais a condutividade térmica pode ser variável numa ordem de magnitude, materiais de isolamento que permitam aos elementos interiores da massa térmica serem carregados durante o fim do dia, pelo arrefecimento nocturno, para serem utilizados durante o dia nos picos de maior exigência;
- **Iluminação:** Iluminação de estado sólido pode ser utilizado para aumentar a eficiência da iluminação e aplicada numa iluminação à medida para responder às necessidades dos edifícios, sendo mais eficientes que as lâmpadas fluorescentes;
- **Janelas:** Pesquisas actuais procuram desenvolver janelas com grandes valores de isolamento e controlo selectivo do espectro solar. Materiais avançados para protecção e armação têm o potencial de produzirem sistemas de janelas que alcançam ganhos de energia durante o Inverno e reduzam de forma substancial as cargas de utilização do ar condicionado no Verão;
- **Fachadas activas:** Pesquisas de longo termo podem permitir a construção de fachadas activas que tenham a capacidade de modulação da iluminação natural, os ganhos solares e a ventilação, em resposta a uma monitorização das condições interiores;
- **Sistemas de ar condicionado e bombas de calor:** Os sistemas actuais operam a cerca de um quarto da eficiência ideal. Pesquisa e desenvolvimento na optimização de sistemas, melhoria nas transferências de calor e controlos avançados podem originar a uma maior eficiência no condicionamento dos espaços;
- **Ventilação natural:** Sistemas de ventilação natural concebidos de forma apropriada podem reduzir as cargas de arrefecimento em cerca de 50% na maioria dos edifícios comerciais. A

previsão dos fluxos de ar e as condições térmicas de modo geral, edifícios de plantas livre são necessários para uma garantia de operação adequada de acordo com diferentes condições climáticas;

- **Análise de dados do desempenho energético:** Necessidade de monitorização do desempenho energético dos edifícios, com a criação de uma base de dados abrangente que permite oportunidades de pesquisa para entender o desempenho do consumo de energia no que concerne à realidade dos edifícios. A compilação e análise desta informação são de grande importância para o informar de uma política de orientação na pesquisa e desenvolvimento destas matérias;
- **Qualidade ambiental interior, saúde, e produtividade:** Preocupação de que cada edifício baseado nos princípios da eficiência energética possa degradar a saúde e produtividade dos ocupantes. São necessários estudos para identificar quando e, se estes problemas ocorrem da função de alta eficiência das construções, e no estabelecer de medidas para mitigar os efeitos adversos que possam ocorrer.

Tabela 5.26: Edifícios como geradores de energia [3]

Edifícios como geradores de energia			
▪ Redirecção de iluminação diurna apropriada, lâmpadas economizadoras de energia e sensores de movimento.	▪ Uso de energia solar para geração de electricidade (fotovoltaico) ou aquecimento de água e ou, sistemas de suporte de aquecimento ou arrefecimento (solar térmico/solar frio).	▪ Energia solar para uma trajectória da iluminação diurna e nocturna dos interiores.	▪ Poupança de combustíveis fósseis com a utilização de energia solar.
▪ Rácio apropriado entre aberturas e paredes de modo a evitar um sobreaquecimento ou arrefecimento.	▪ Envidraçados com isolamento e estores integrados para controlo da variação solar e luminosidade.	▪ Uso de radiação solar da envolvente dos edifícios com materiais de isolamento opacos e transparentes, armazenamento térmico e prismas de redireccionamento da luz.	▪ Iluminação eléctrica com sensores diurno e de presença.
▪ Coberturas vegetais e isolamento de cobertura.	▪ Utilização da água das chuvas para descargas sanitárias, irrigação espaços verdes e lavagem de automóveis.	▪ Matérias-primas naturais e totalmente recicláveis como a madeira e a pedra.	▪ Jardins suspensos nos átrios centrais, distribuição de ar fresco pré-aquecido ou pré-arrefecido.
▪ Uso de energia geotérmica para arrefecimento e ou ventilação.	▪ Favorecimento de arrefecimento passivo e controlo individual da ventilação natural em conjugação com instalações mecânicas.	▪ Concepção de ventilação eficiente energeticamente, ventilação natural dos espaços envidraçados com estores, sombreamento solar, espaços verdes interiores e ventilação nocturna.	▪ Integração de turbinas para produção eólica nas fachadas para gerar energia e reduzir a pressão do vento.

5.4.2.3 Síndrome dos edifícios doentes

Os edifícios não devem causar doenças nos seus ocupantes, devem cumprir os requisitos térmicos e higiénicos que ofereçam uma atmosfera agradável aos utentes. O não cumprimento destas exigências pode gerar causas negativas na saúde dos ocupantes.

Vários factores foram identificados como causa da síndrome dos edifícios doentes [1]:

- Velocidade do ar excessiva ou fluxo turbulento do ar num compartimento;
- Sintomas que surgem de alergias a micróbios ou toxinas;
- Mau funcionamento da regulação térmica dado o excesso de temperaturas altas ou baixas;
- Fraco estimulo climático;
- Problemas derivados de ruídos de baixa frequência, <100 Hz;
- Odores derivados de filtros ou humidificadores com pouca manutenção.

Tabela 5.27: Queixas relativas à síndrome dos edifícios doentes [1]

Queixas	**Causas possíveis**
▪ Correntes de ar. ▪ Susceptibilidade a gripes e constipações. ▪ Queixas reumático.	▪ Velocidade do ar excessiva. ▪ Turbulência excessiva. ▪ Entrada de temperatura do ar demasiado baixa.
▪ Irritação das membranas mucosas, sensação de secura.	▪ Alergia a micróbios, aos sistemas de ar condicionado, pó e poeiras.
▪ Febre. ▪ Dificuldades de respiração. ▪ Dores reumáticas. ▪ Fadiga.	▪ Toxinas micróbios celulares de humidificadores da água, filtros e elementos de entrada do ar.

▪ Fadiga.
▪ Prejudicar da concentração.
▪ Tonturas.
▪ Dores de cabeça.
	▪ Fraco controlo da temperatura:
	  ▪ Temperatura >23ºC;
	  ▪ Sequência fisiológica insatisfatória diárias das temperaturas;
	  ▪ Aumento da humidade relativa;
	  ▪ Ausência de ventilação pelas janelas.

	▪ Insuficiência de:
	  ▪ Protecção solar, em falta ou interna;
	  ▪ Superfícies envidraçadas, demasiado grandes;
	  ▪ Volume de armazenamento térmico demasiado baixo;
	  ▪ Condição e manutenção sistemas mecânicos de ar condicionado.

▪ Fraca qualidade do ar.	▪ Odores dos sistemas de ar condicionado:
	  ▪ Técnico, material, físico;
	  ▪ Microbiológico;
	  ▪ Mudança de ar insuficiente.

5.4.2.4 Produtividade dos ocupantes

A preocupação pela produtividade dos ocupantes no que se relaciona com as características ambientais de um determinado edifício pode ser enquadrado por um conjunto de características e implicações [125].

Sumário de como a produtividade se relaciona com edifícios sustentáveis:

- Qualidade do ambiente interior pode afectar o desempenho do trabalho;
- Os factores chave associados ao desempenho diferencial são o do ambiente térmico, em especial a temperatura, nível de humidade e ventilação, a qualidade do ar e a iluminação;
- Controlo pessoal sobre as condições de ambiente é importante para reduzir o desconforto e para conseguir condições apropriadas para as necessidades e preferências pessoais;
- Controlo pessoal sobre condições de ambiente, em especial a temperatura e a ventilação, influenciam o desempenho de trabalhos numa variedade de tarefas;
- Melhoramentos no ambiente ambiental são um componente substantivo da concepção de edifícios sustentáveis;
- Melhoramentos incluem sistemas de aquecimento e ar condicionado de alta qualidade, com melhoria na tomada de ar, filtragem e ventilação, práticas de construção que eliminam as poeiras nas infra-estruturas dos edifícios, selecção de materiais para redução das cargas de poluição, aumento da utilização da tecnologias de eficiência energética, melhoria de manutenção e limpeza e métodos de avaliação de qualidade.

Sumário das implicações potenciais das construções sustentáveis na saúde e bem-estar dos ocupantes:

- Estratégias de concepção que reduzam os factores associados à síndrome dos edifícios doentes são de impactes positivos na saúde e desempenho do trabalho;
- Aumento do acesso à iluminação natural e vistas através das janelas é plausível de ter implicações positivas no funcionamento psicológico dos seres humanos. Como estas características dos edifícios afectam o desempenho dos edifícios, ainda não é conhecido actualmente;
- Vistas, em especial com paisagens naturais com árvores no enquadramento urbano, estão associados à redução do stress e a estados emocionais positivos, o que pode influenciar o funcionamento cognitivo;
- Iluminação natural e o contacto com a natureza são elementos chave na maioria das concepções dos edifícios sustentáveis e são entendidos como componentes principais dos recursos da sustentabilidade humana;
- Estas características naturais devem ser entendidas como benefício para os funcionários e empregados, mais do que um implicar de acréscimo de custos adicionais.

5.4.2.5 Manutenção de edifícios

Uma correcta manutenção dos edifícios que abranjam a totalidade das implicações é essencial. Operação e manutenção são dois elementos chave para se alcançar uma sustentabilidade para os edifícios (Tabela 5.28).

Tabela 5.28: Recomendações sobre o funcionamento e manutenção de um edifício [126]

Áreas	**Descrição**
Manutenção correcta do edifício	▪ Manutenção e renovação dos revestimentos das paredes e dos pavimentos que foram escolhidos por razões de higiene e de comportamento ambiental. ▪ Limpeza regular das janelas e das luminárias. ▪ Manutenção dos aparelhos sanitários para minimizar o consumo de água. ▪ Manutenção da vegetação interior e exterior. ▪ Utilização de agentes de limpeza sustentáveis, não tóxicos e biodegradáveis. ▪ Aplicação de tintas ou películas nas superfícies, em espaços devidamente ventilados. ▪ Inspecção anual dos sistemas activos para verificar a manutenção da eficiência das caldeiras, do equipamento de refrigeração, das válvulas de radiadores, dos interruptores de infra-vermelhos, dos controlos de aquecimento e de refrigeração.
Funcionamento dos sistemas de gestão de energia	▪ Operação dos sistemas para evitar o sobreaquecimento no Verão, com sombreadores móveis e arrefecimento nocturno. ▪ Operação dos sistemas de ventilação, tanto aqueles que são mecanicamente assistidos como os passivos, ventoinhas, ventilação natural, de forma a optimizar o equilíbrio entre as necessidades de ventilação, de aquecimento e de arrefecimento. ▪ Operação do edifício para maximizar os ganhos de calor na estação quente, no controlo da ventilação nocturna, utilização dos estores para maximizar a exposição ao sol, pelo encerrar das portas interiores de modo a reter o calor captado, abrindo as persianas para promover uma ventilação desejada. ▪ Etiquetagem para controlos mecânicos dos sistemas tais como relógios de programação, operação dos controlos compensados, ajustar das válvulas termoestáticas dos radiadores, regulação sazonal da temperatura dos fluidos do sistema de aquecimento. ▪ Operação das instalações eléctricas, na substituição correcta dos diapositivos de iluminação, discussão sobre a comutação da luz e de electricidade, sensores de iluminação, zonamento dos circuitos eléctricos. ▪ Operação dos sistemas de iluminação artificial para maximizar a utilização da luz natural e minimização do uso da iluminação artificial. ▪ Evitar nos custos de electricidade as horas de pico, desligando periodicamente grandes instalações.

+ Monitorização do desempenho ambiental

Nas actividades de manutenção de um edifício pode incluir-se uma atitude vocacionada para uma monitorização do desempenho ambiental. Os elementos de verificação podem incluir [126]:

- Verificação das infiltrações de ar em resultado de uma permeabilidade acrescida devido aos processos de secagem e retracção;
- Investigar os consumos de energia ao longo de um ciclo estacional completo, cobrindo uma estação de aquecimento e outra de arrefecimento, recorrendo às facturas de electricidade, de gás ou outras. Estas podem ser totalizadas ao longo de um ano, obtendo-se facilmente o consumo em KWh/m^2. Os resultados podem ser comparados com valores de referência, para uma avaliação do conforto alcançado pelos utilizadores do edifício, especialmente em relação ao sobreaquecimento durante a estação de arrefecimento se não existir ar condicionado e, se são usados meios naturais de arrefecimento. Também pode ser utilizado para investigar a satisfação dos utilizadores sobre a disponibilidade da utilização da iluminação natural;
- Monitorizar as temperaturas dos compartimentos, seja com termómetros de máximas e mínimas, seja com termómetros digitais ligados a um sistema computorizado de registo de dados, para verificar a eficiência dos sistemas de aquecimento ou de arrefecimento, para ajudar a determinar se os sistemas activos estão a ser sobreutilizados;
- Medir o consumo de água, através de leituras mensais e anuais em m^3 e calcular o consumo diário em litros de pessoa, em função do número de utentes do edifício. Os dados podem ser comparados com valores de referência para se definir o nível de desempenho.

5.4.2.6 Avaliação pós-ocupação

Uma avaliação pós-ocupação é uma forma de providenciar um retorno através do ciclo de vida do edifício, dos conceitos iniciais até à ocupação. A informação recolhida pode ser utilizada para informar futuros projectos, quer seja para o processo de projecto e construção, ou no desempenho técnico do edifício. Há vários benefícios a considerar, a curto, médio e a longo prazo [127].

+ Benefícios a curto prazo

- Identificação e procura de soluções a problemas nos edifícios;
- Resposta à necessidade dos ocupantes;
- Melhorar a utilização dos espaços baseado na informação de retorno;
- Entender as implicações nos edifícios, de alterações como o corte de orçamento ou modificações ao contexto de trabalho;
- Tomadas de decisão informadas.

+ Benefícios a médio prazo

- Capacidade interna para adaptação, alterações organizacionais e crescimento dos edifícios;
- Encontrar novas utilizações para os edifícios;
- Responsabilidade do desempenho dos edifícios pelos projectistas.

+ Benefícios a longo prazo

- Melhoria a longo prazo no desempenho dos edifícios;
- Melhoria da qualidade dos edifícios;
- Revisões estratégicas.

+ Níveis de investigação

Há a possibilidade de analisar três níveis de investigação, desde observações mais superficiais até a um conjunto de análises mais profundas, à realização de um diagnóstico relacionando com as percepções físicas e de ocupação [127].

- **Exame indicativo:** Permite um entendimento rápido e global do projecto. É uma aproximação genérica, onde um conjunto reduzido de entrevistas é combinado com uma vistoria pelo edifício. O objectivo é o de evidenciar os pontos fortes e as maiores fraquezas. O valor desta situação é o de providenciar informação útil de forma expedita, mas também formar a base para um estudo mais aprofundado;
- **Exame de investigação:** Forma mais minuciosa de investigação utilizando técnicas rigorosas para produção de dados robustos. Este tipo de exames representam uma amostra de funcionários, aos quais são dados questionários suportados por um conjunto de grupos de focos e entrevistas, para implicar mais informação aos problemas identificados nas respostas aos questionários;
- **Exame em profundidade:** Análises muito minuciosas conectadas a uma avaliação do desempenho técnico e às respostas dos ocupantes. Este tipo de avaliação leva a cabo uma análise dos sistemas ambientais do edifício, de forma habitual inclui, ar condicionado, iluminação, utilização de energia, taxas de medição de ventilação, temperatura, níveis de iluminação, emissões de dióxido de carbono, e desempenho acústico.

Diversos métodos de avaliação de pós-ocupação estão disponíveis, de acordo com os objectivos e focos prioritários de avaliação, o que apresenta implicações nos procedimentos a utilizar (Tabela 5.29).

Tabela 5.29: Métodos de avaliação pós-ocupação [127]

Método	**Formato/técnicas utilizadas**	**Focos**	**Duração**	**Quando pode ser utilizado**
Método de Montfort	▪ Fórum. ▪ Vistoria pelo edifício.	▪ Abrange de forma geral o processo de revisão e desempenho funcional.	▪ 1 dia.	▪ 12 meses após a ocupação.
CIC DQis *Indicadores da qualidade concepção*	▪ Questionário.	▪ Abrange funcionalidade, impacte e qualidade do edifício.	▪ Questionário online. ▪ Preenchimento 20 a 30 minutos. ▪ Análise imediata.	▪ Na fase de concepção e após a conclusão.
Contagem avaliação global	▪ Questionário. ▪ Versão em papel. ▪ Baseado na Web. ▪ Escala de 7 pontos.	▪ Avaliação da ocupação. ▪ Ferramentas diagnóstico.	▪ 10 minutos para cada ocupante.	▪ 12 meses após a ocupação.
PROBE	▪ Questionário. ▪ Grupos de foco. ▪ Inspecções visuais. ▪ Avaliação de energia. ▪ Desempenho de sistemas.	▪ Avaliação da satisfação da utilização ▪ Produtividade. ▪ Desempenho dos sistemas. ▪ Desenvolvimento de benchmarks.	▪ Processo global varia entre 2 dias a 2 meses. ▪ 1 mês casos individuais.	▪ 12 meses após a ocupação.
BUS *Inspecção de ocupação*	▪ Vistoria pelo edifício. ▪ Questionários desenvolvidos por grupos de foco.	▪ Satisfação da ocupação. ▪ Produtividade.	▪ 10 a 15 minutos para completar o questionário.	▪ De forma individual ou em conjugação com outros métodos. ▪ 12 meses após a ocupação.
Avaliação de energia e metodologia de relatórios	▪ Inspecção ao uso de energia. ▪ Angariação de dados a partir facturas consumo energia.	▪ Uso de energia e economizar potencial.	▪ Avaliação total por pessoa durante uma semana.	▪ Uma vez o edifício esteja completo. ▪ De forma individual ou em conjugação com outros métodos.
Aprender pela experiência	▪ Discussões de grupo ou entrevistas.	▪ Aprendizagem a partir da experiência.	▪ Varia entre um simples seminário até a uma avaliação contínua.	▪ Pode ser utilizado antes, durante e depois da revisão dos projectos.

+ Enquadramento para uma avaliação após pós-ocupação

A relevância para uma aproximação a uma avaliação de pós-ocupação depende no que está a ser avaliado, como no nível de detalhe necessário e quando a avaliação vai ser realizada. O foco de uma avaliação deste tipo pode ser encarada em três áreas abrangentes, a saber, processo, desempenho funcional e desempenho técnico [17].

+ Processo

Há dois aspectos a considerar, primeiro, a realização do processo desde a fase inicial até à conclusão e entrega para operação do edifício já concluído, onde se analisa como o projecto foi conduzido e as consequências das decisões, o segundo, relaciona-se com a gestão operacional, onde se questiona o como o edifício é gerido (Tabela 5.30).

Tabela 5.30: Áreas abrangidas pelo processo de avaliação [127]

Áreas	**Descrição**
Programa	▪ Modo como as equipa desenvolveu o programa no qual a concepção do edifício estava baseada, incluindo os aspectos de gestão financeira.
Aquisição	▪ Modo de selecção das equipas, incumbência processos técnicos e de contrato, incluindo o tempo e aspectos de valor.
Concepção	▪ Modo pelo qual a equipa desenvolveu e refinou o projecto o que inclui, planeamento dos espaços, relativos à engenharia e de gestão financeira.
Construção	▪ Modo de gestão da construção do edifício, incluindo processos de gestão financeira e de alterações.
Verificação qualidade	▪ Modo como a avaliação e verificação final dos equipamentos foi realizado, incluindo dos ajustes finais e providenciar de documentos.
Ocupação	▪ Modo no qual o processo de entrega foi gerido, incluindo a rectificações finais e processos de remoção e relocação.

+ Desempenho funcional

Direcciona-se no como o edifício se apoia nos objectivos institucionais e aspirações, e como essas necessidades são suportadas. Áreas incluem, valor estético, espaço, conforto, amenidade, serviços, custos de operação, ciclo de vida e de gestão operacional (Tabela 5.31).

Tabela 5.31: Áreas abrangidas na avaliação do processo funcional [127]

Áreas	**Descrição**
Valor estratégico	▪ Realizar dos objectivos originais de negócio.
Estética e imagem	▪ Harmonia, neutro, icónico, poderoso, suave.
Espaço	▪ Tamanho, relações, adaptabilidade.
Conforto	▪ Aspectos ambientais: iluminação, temperatura, ventilação, ruído, controlos.
Amenidade	▪ Serviços e equipamento.
Serviços	▪ Limpeza, rotina de manutenção, segurança, alterações essenciais.
Custos operação	▪ Custo de energia, desperdícios de água, alugueres, limpezas e seguros.
Custo ciclo de vida	▪ Custos iniciais de construção, custos de operação, manutenção e reparação, custos de reparação, alterações, demolições.
Gestão operacional	▪ Sistemas de alocação de espaço, sistema de apoio aos utilizadores, postos de informação, manuais, treino.

+ Desempenho técnico

Envolve a avaliação de como os sistemas desempenham, quer sejam os sistemas físicos ou ambientais, e determina o grau de adaptabilidade e durabilidade (Tabela 5.32).

Tabela 5.32: Áreas abrangidas nas revisões de desempenho técnico [127]

Áreas	**Descrição**
Sistemas físicos	▪ Iluminação, aquecimento, ventilação, acústica.
Sistemas ambientais	▪ Consumo de energia, consumo de água, emissões de dióxido de carbono.
Adaptabilidade	▪ Capacidade para conciliar as mudanças.
Durabilidade	▪ Robustez, necessidade de gestão de rotinas, incidentes relacionados com falhas por razões técnicas.

5.4.3 Procedimentos de desmantelamento

5.4.3.1 Concepção processamento de fim de vida

Um correcto processamento para o fim de vida envolve os seguintes passos [123]:

- **Facilidade de desmantelamento:** Quando não seja possível evitar o desmantelamento, torná-lo fácil de obter pode reduzir o tempo para esta actividade que não gera valor. Fixações permanentes como a soldagem não devem ser utilizadas se os produtos são intencionados para uma nova manufactura. Os componentes não devem ser danificados durante a desmontagem;
- **Facilidade de limpeza:** Com o uso, os componentes requerem limpeza. Componentes que permitam uma limpeza fácil pelo entendimento dos métodos de limpeza, tornando as superfícies acessíveis à limpeza, garantem que os resíduos não se acumulam nos componentes;
- **Facilidade de inspecção:** Minimizar o tempo requerido para este tipo de actividades que não geram valor;
- **Facilidade de substituição de componentes:** Os componentes devem ser de fácil acesso de modo a minimizar o tempo necessário para uma remontagem e prevenir danos durante a inserção;
- **Facilidade de remontagem:** Minimizar o tempo necessário para uma remontagem, se um sistema está a ser processado durante o fim de vida útil, poderá ser remontado um certo número de vezes durante o seu ciclo útil de vida. Há que ter em atenção as tolerâncias entre os componentes;
- **Componentes reutilizáveis:** Com o aumentar do número de componentes reutilizáveis, aumenta o número da eficácia de custo no processamento de fim de vida;
- **Componentes modulares:** Componentes modulares requerem menos tempo para a montagem e desmontagem;
- **Fixações:** Utilização de poucos e diferentes tipos de fixação reduzem a complexidade das montagens e do manuseamento dos materiais;
- **Interfaces:** Utilização de poucos e diferentes interfaces de componentes, reduz o número de diferentes componentes necessários para produzir uma família de sistemas, o que ajuda na economia de escala e melhora as capacidades de uma nova manufacturação dos componentes.

5.4.3.2 Gestão de desperdícios, reutilização e reciclagem

+ Desconstrução

Desconstrução significa proceder a uma separação controlada dos componentes de um edifício para os reciclar ou reutilizar, sem os destruir, significa preservar o material sem o desperdiçar. Em alternativa ao destruir e enterrar materiais valiosos de construção, um processo de desconstrução recupera não só de forma imediata os componentes de construção, mas extrai simultaneamente materiais adicionais como pavimentos, escadas, e elementos estruturais.

A desconstrução apresenta uma quantidade de vantagens, quer pela redução de custos, providenciar a criação de emprego e, no potencializar materiais reciclados e reutilizados promove a preservação do ambiente e o surgimento de um novo mercado [128].

+ Preservação do ambiente

- Desconstrução reduz a quantidade dos desperdícios dos edifícios produzidos durante a limpeza dos locais, contribuindo para um esforço de redução dos detritos. Em acréscimo, toda a

quantidade de madeira ou metal recuperados repercute-se na recuperação da condição dos recursos naturais;
- Desconstrução resulta numa maior protecção dos locais, incluindo os solos e a vegetação, num processo que cria menos poeiras e ruído que as demolições.

+ Redução de custos

- Um processo de desconstrução pode custar entre 30 a 50% menos que um uma demolição convencional. Enquanto que os custos da mão-de-obra podem ser mais altos dada a natureza dos trabalhos, os custos são compensados pelo baixo custo do equipamento utilizado, uma vez que a desconstrução não requer a utilização de equipamento pesado;
- Elementos removidos através da desconstrução podem ser reutilizados na construção de novos empreendimentos ou vendidos a empresas específicas. O valor de mercado de materiais recuperados é maior quando estes são obtidos a partir da desconstrução, do que da demolição, devido ao cuidado de como estes são retirados.

+ Criação de emprego

- Com a utilização de processos de desconstrução aumenta a disponibilidade de oferta de emprego numa área onde um conhecimento especializado não é necessário. Desconstrução requer uma força de trabalho que está treinada em recuperar materiais a partir do resultado das demolições. O treino permite originar novas oportunidades de trabalho para uma determinada mão-de-obra pouco qualificada;
- Pequenas empresas podem ser criadas para lidarem com o material recuperado o que permite uma possibilidade de negócio e uma ligação dos projectos de desconstrução ao desenvolvimento económico e esforços de formação.

+ Desafios

- Materiais modernos como contraplacados e compósitos são difíceis de remover das estruturas, uma vez que novas técnicas de construção utilizam colas para fixações de alto desempenho, o que dificultam a desconstrução;
- Uma vez que a desconstrução requer mais tempo e cuidado que a demolição, custos de projecto de trabalho podem ser mais elevados. Uma forma de reduzir os custos de trabalho é através do recrutamento de voluntários, pessoas que estão dispostas em desconstruir os edifícios em troca de materiais.

+ Mercado para materiais recuperados

Há muitos factores que podem limitar o potencial de procura de materiais adquiridos a partir da desconstrução [128]:

- Falta de consciência por parte do público ou dos construtores sobre a disponibilidade de materiais recuperados;
- Falta de consciência da diferença significativas de preços entre os novos materiais e materiais recuperados;
- O problema da falta de disponibilidade de aquisição de materiais recuperados quando é necessário ou o número suficiente de um determinado material para se completar um projecto;
- Falta de consciência sobre os benefícios ambientais da utilização de materiais recuperados;
- Percepção de que os materiais recuperados são de qualidade inferior.

+ Passos para destruição de materiais

Enquanto uma desconstrução total não for viável, o destino a dar aos materiais de construção pode variar da reciclagem, incineração ou a deposição por acumulação. O *Österreichisches Institut für Baubiologie und –ökologie,* propõe um processo de supressão apoiado em cinco escalas de actuação (Tabela 5.33).

Tabela 5.33: Avaliação das propriedades de supressão dos materiais de construção [129]

Passos de supressão	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
A Reciclagem	*Reutilização, reciclagem tecnicamente comprável produto secundário ou matéria-prima.*	*Material reciclado é uma matéria-prima de grande valor de mercado. Reciclagem tecnicamente comparável a produto secundário ou matéria-prima após processamento/s e separação.*	*Material reciclado é uma matéria-prima de alta qualidade com pouco valor de mercado.*	*Reciclagem é tecnicamente possível, mas impraticável dado o necessidades dos requisitos técnicos.*	*Reciclagem ligada tecnicamente e economicamente injustificável e complexa.*
B Incineração	*Reutilização energética, desperdícios vão de encontro aos critérios de incineração.*	*Reutilização energética, os desperdícios cumprem critérios para combustível em grandes indústrias.*	*Reutilização energética na incineração ou co-incineração de desperdícios.*	*Incineração depois de processamento.*	*Incineração de materiais com grande quantidade de materiais perigosos para os solos e para o clima.*
C Acumulação	*Compostagem ou humificação.*	*Acumulação dos desperdícios da construção em depósitos de materiais inertes.*	*Acumulação legal dos desperdícios de construção em locais de depósito possível, mas problemática.*	*Acumulação de desperdícios de construção em locais não perigosos, mas possíveis emissões para o meio ambiente.*	*Desperdícios perigosos preparados para acumulação, alta contaminação e propriedades problemáticas.*

5.4.4 Súmula para uma gestão sustentável

5.4.4.1 Princípios e factores para edifícios eficientes

Na procura de princípios para uma construção eficiente a uma dimensão global em direcção à sustentabilidade, engloba uma multiplicidade de abordagens e perspectivas diversas. Todas as fases relacionadas com os elementos de um edifício, do estabelecimento dos princípios iniciais, às acções de operação, são fundamentais. Como epílogo, apresenta-se uma síntese de elementos para uma gestão sustentável integrada (Tabela 5.34).

Tabela 5.34: Elementos para o processo de construção sustentável

Elementos	Descrição
Determinação das aspirações	O início de um projecto é a altura para se estabelecerem as aspirações em relação à qualidade ambiental e dos objectivos de sustentabilidade para o cliente e os projectistas. ***+ Princípios iniciais*** ▪ Concepção de um modo interdisciplinar; ▪ Tornar a paisagem e biodiversidade fundamentais para o projecto; ▪ Optimizar a utilização passiva da forma e estrutura do edifício; ▪ Minimizar o consumo dos serviços dos edifícios através de concepção passiva; ▪ Declaração políticas de desenvolvimento sustentáveis; ▪ Procura da melhor orientação nos assuntos da sustentabilidade para garantir uma aproximação holística; ▪ Consulta com os investidores e futuros utilizadores; ▪ Pensamento a longo prazo; ▪ Adopção de custos no ciclo de vida; ▪ Utilização de materiais saudáveis e benignos; ▪ Estabelecer objectivos, para o consumo de energia e de água, percentagem de materiais locais e reutilizados/reciclados; ▪ Estar preparado para a inovação; ▪ Evitar truques e excesso de tamanho; ▪ Pensar através de controlo e gestão de edifícios; ▪ Desenvolver atempadamente estratégias de entrega aos utilizadores; ▪ Estratégia de retorno, incluindo uma avaliação de pós-ocupação e termos de compromissos; ▪ Encontros periódicos durante período das responsabilidades de garantia.
Protecção das aspirações	Nesta fase todos os aspectos da equipa de projecto devem ser analisados do ponto de vista da sustentabilidade. ***+ Elementos chave*** ▪ Capacidade financeira; ▪ Materiais; ▪ Iluminação; ▪ Sistemas de controlo; ▪ Paisagem; ▪ Estrutura do edifício; ▪ Orientação; ▪ Forma; ▪ Energia; ▪ Protecção contra incêndios; ▪ Aquecimento; ▪ Arrefecimento; ▪ Transporte; ▪ Coordenação; ▪ Mudanças de legislação; ▪ Gestão de edifícios.
Produção de informação e aquisição {continua}	O não incluir nos aspectos contactuais os elementos fundamentais para a sustentabilidade do projecto está colocar-se em causa toda a viabilidade do projecto. ***+ Serviços sustentáveis*** ▪ Estabelecer metas de performance que se relacionem com as aspirações de projecto; ▪ Garantir que o construtor entende os temas em questão e do potencial dos benefícios e, se necessário, proceder à realização de estudos sobre aquisição sustentável; ▪ Providenciar informação adequada preliminar para evitar substituições; ▪ Fornecer uma cadeia de orientação para elementos únicos que possam ser novidade nos procedimentos de licitação; ▪ Encorajar os construtores a tornarem claros os objectivos e o registo das realizações ou utilizar sistemas de certificação e avaliação para a construção;

	▪ Procura de experiencias verificáveis de aspectos importantes como a estanquicidade ao ar e a especificação de materiais; ▪ De modo a garantir uma entrega adequada, os clientes e os representantes da futura gestão dos edifícios, devem fazer parte do processo e manterem um manual de utilização.
Processos de aquisição	Período sensível no ciclo de aquisição de materiais e serviços para a construção de edifícios. Há várias formas em que a agenda da sustentabilidade pode estar em risco. ***+ Riscos*** ▪ As notas de compra e as especificações não são suficientemente claras; ▪ Orçamentos não reflectem ou ignoram novas especificações; ▪ Factor medo toma de surpresa os orçamentos devido a elementos não familiares; ▪ Falha na tentativa de identificar distribuidores importantes através das cadeias de fornecimento convencionais; ▪ Propostas são demasiado altas e procede-se a um novo processo de aquisição.
Mobilização	Uma vez o processo de aquisição aceite pelo construtor, determinados itens devem ser colocados em estudo para verificação dos elementos da sustentabilidade de processos e nos produtos. ***+ Verificação*** ▪ Uma declaração ambiental para o edifício concluído deve ser consagrada; ▪ Declaração sobre os métodos, objectivos e informação em assuntos relativos à sustentabilidade deve ser estabelecida com os construtores; ▪ Objectivos dos parâmetros de desempenho devem ser delineados e monitorizados; ▪ Identificação de especialistas sobre materiais e identificação das cadeias de fornecimento; ▪ Avaliações de soluções devem ser clarificadas; ▪ Procedimentos de entrega dos edifícios, operação e manutenção devem ser realizadas de forma atempada; ▪ Implicações de recursos adicionais devem ser motivo de acordo.
Construção e conclusão {continua}	Estabelecer controlo dentro das rotinas das operações no local de construção. ***+ Rotinas*** ▪ Elementos únicos ou não habituais, materiais, produtos ou sistemas de serviço devem nesta fase estar já totalmente explicados; ▪ Assuntos ambientais relacionados com a organização e construção do edifício e actividades relacionadas ao local de construção devem ser tema de atenção permanente; ▪ Todas as equipas subcontratadas devem ter acesso a explicações dos elementos chave e ter acesso os aspectos relativos às instalações; ▪ Monitorização, verificação e rotinas de teste devem ser estabelecidas de forma atempada. ***+ Avaliação de desempenho*** ▪ Atenção particular deve ser tomada em consideração durante a fase de avaliação da operação dos edifícios, não apenas da tecnologia inovadora, mas das tecnologias rotineiras, que podem minar todo o sistema. Atenção é necessária na avaliação de diferentes requisitos dos dispositivos operacionais nas diferentes estações; ▪ Verificar se os produtos são da qualidade desejada e que operam de acordo com as especificações dos fabricantes; ▪ Envolvimento nas fases iniciais dos utilizadores e pessoal de manutenção é essencial. ***+ Início funcionamento*** ▪ Na fase de entrada em funcionamento dos edifícios, clientes e usuários necessitam de suporte para poderem utilizar o edifício de forma apropriada e não

	ponham em causa as expectativas e aspirações da falta por conhecimento ou entendimento dos intentos e potencial dos edifícios; ▪ O ponto de entrega oficial do edifício deve ser suave, com treino e envolvimento dos utilizadores e pessoal da manutenção e operação. Treino é essencial para todos que possam contribuir para um uso correcto e eficaz dos ciclos de uso anuais. Uma vez em operação, há um valor de interesse da equipa projectista em verificar a correcta utilização da estrutura; ▪ Há ter em atenção a diferença entre dificuldades de operação e defeitos, responsabilidade da equipa projectista e, operação e manutenção, responsabilidade do cliente a partir do momento de entrega do edifício.
Depois do término da construção	A interface entre a conclusão da construção de um projecto, entrega ao cliente e o contínuo de operações e manutenção são o ponto fundamental de todo um processo. Se o cliente, a equipa projectista, e os construtores, foram rigorosos em todas as matérias e requisitos, o edifício foi concluído como pretendido. ***+ Operação e manutenção*** ▪ Ponto crítico onde o ciclo de aquisição se torna responsabilidade total do cliente e dos utilizadores, dada a complexa interacção entre concepção de projecto, compromisso do cliente e entendimento por parte dos utilizadores; ▪ O cliente necessita de entender todo o ciclo da gestão dos edifícios e a diferença entre operações e manutenção de rotina e, os efeitos contratuais em relação aos defeitos. Há rotinas, anuais, semanais e diárias. Estas podem ser identificadas nos manuais de instruções dos fabricantes ou nos manuais de uso produzidos pelas equipas projectistas; ▪ Os procedimentos necessários dependem do tamanho do projecto e podem ir do elencar das responsabilidades até à criação de manuais de manutenção e operação dos edifícios; ▪ Falha na implementação destes regimes podem negar a garantia para produtos ou serviços. ***+ Monitorização*** ▪ Há benefícios em proceder à monitorização dos aspectos fundamentais dos recursos em uso de um edifício, como a energia, água, desperdícios de materiais; ▪ Há que utilizar técnicas simples e coordenadas, sem necessidade de serem dispendiosas de recursos, dinheiro ou tempo. Os benefícios na identificação de problemas numa fase adiantada são fundamentais; ▪ Um retorno eficaz de como um edifício opera tecnicamente, em termos de mecânicas humanas, organização espacial, facilidade de comunicação e gestão, tem só por si um grande potencial de poupança de recursos; ▪ As organizações tornaram-se empenhadas em análises em relação aos impactes ambientais, sustentabilidade e responsabilidade corporativa e social, performance dos edifícios e estratégias de transporte; ▪ Expectativas aumentam nas organizações que procuram uma mitigação destes impactes adversos e numa optimização dos seus serviços para os utilizadores, clientes, vizinhos e investidores. ***+ Informação de retorno*** ▪ Examinar o desempenho de um projecto para proceder a uma aprendizagem e identificar oportunidades futuras. Engloba assuntos como a concepção, gestão de projecto, controlo de custos, controlo de qualidade; ▪ Análise durante o primeiro ano após a conclusão do edifício, na forma de uma relação contínua entre clientes e utilizadores, para garantir as melhores práticas de operação e ter uma manutenção proactiva em vez de reactiva. É possível proceder a um afinar pontual no resultar para uma transição de operação total e eficaz; ▪ Avaliar os produtos completos e o desempenho durante o uso, de assuntos técnicos como genéricos, que se relacionem com as operações diárias. Acção habitualmente denominada de avaliação de pós-ocupação.

§

CAPÍTULO 6: Conclusões

6.1 Considerações Finais

Apresenta-se neste capítulo uma síntese de conclusões e considerações derivadas da pesquisa e análise efectuada para a realização do corpo principal da presente dissertação.

A construção de edifícios faz parte integrante dos desafios e oportunidades dos cenários futuros a que humanidade tem de responder. Dada a imprevisibilidade das alterações climáticas, da utilização dos recursos naturais, surgimento de novos riscos para a saúde humana, e da instabilidade dos estímulos económicos, uma abordagem colectiva aos assuntos da sustentabilidade está condicionada a factores imponderáveis e a acordos internacionais associados à execução de mecanismos, aos quais, a indústria da construção terá de responder e se adaptar.

A introdução aos princípios de projecto integrado envolve um esforço de investigação teórica, teste, e aperfeiçoamento contínuo para uma correcta e eficaz implementação. O uso de ferramentas de integração é fundamental na procura inicial para uma eficiência na produção dos processos de projecto, gestão de documentação, e construção. A educação para o trabalho colaborativo apresenta-se como área prioritária e fundamental para ultrapassar os constrangimentos do planeamento linear.

Como área de estudo, a procura em direcção a uma auto-suficiência global para os edifícios envolve um conhecimento profundo de todos os requisitos para uma correcta concepção e construção de edifícios. Esta situação implica por parte dos intervenientes um elevado grau de especialização e experiência, aperfeiçoamento e investigação contínua.

Não existem modelos absolutos que possibilitem uma aplicação e concretização directa do tema em estudo. Há estratégias e direcções, o desenvolver e construir de projectos-piloto poderá ser um caminho para materializar as directrizes actualmente em estudo. Alerta terá de ser feito, já que, a concretização completa dos objectivos já detectados será difícil, devido a incompatibilidades e conflitos entre diferentes disciplinas de planeamento, e diversidade de áreas estratégicas.

Promover para uma evolução de processos em direcção a um aperfeiçoar da eficiência energética nos edifícios e equipamentos. Este objectivo é possível através da divulgação de informação sobre a eficiência energética, uma contínua comparação e verificação do desempenho dos edifícios, redução na procura, concepção para a operação, concepção para eficiência energética e impactes ambientais, optimização do equipamento, melhoria no funcionamento, utilização eficaz, monitorização e retorno.

Impulsionar a investigação e recurso às energias renováveis e fontes de energia integradas nos edifícios. Esta opção apresenta um conjunto de implicações tecnológicas, onde há que ter em conta a imprevisibilidade da evolução das tecnologias para produção de energia a partir de fontes de energia emergentes e no aperfeiçoar dos processos de armazenamento de energia. Em simultâneo, são necessárias um conjunto de medidas de cariz governamental, já que, para se obter uma expansão de utilização e introdução destas opções, será inevitável recorrer à imposição de medidas legislativas, regulação e incentivos para implementação.

Há que ultrapassar a importância e o peso inicial associado às questões da energia nos edifícios para obter uma aproximação global, no optimizar para maximizar, tendo como preocupações iniciais uma adaptação ao lugar e utilização de recursos grátis. Procura de soluções sinergéticas, na ausência de

desperdícios, pela redução das dependências nos sistemas mecânicos, na procura de uma visão que englobe o ciclo de vida dos edifícios, ciclo de vida da produção e implicações ambientais dos processos de manufactura de materiais, no transporte de bens e mercadorias.

Um aperfeiçoamento constante das concepções globais para uma eficiência total nos edifícios terá de se apoiar em instrumentos que possibilitem essa avaliação. A introdução de novas temáticas são constantes, no desafio permanente na demanda para uma ultrapassagem dos benchmarks estabelecidos, que incluem actualmente assuntos como, qualidade do ar interior, uso de energia, água, materiais, transportes, ecologia, utilização dos solos, inovação, e procedimentos de gestão.

O sector da construção apresenta uma elevada fragmentação entre as diferentes áreas e actores, tornando-o complexo devido à grande diversidade de interesses envolvidos. Uma abordagem integral em direcção à sustentabilidade e às eficiências operacionais deve ser tomada em conta, pelo recorrer a instrumentos económicos, de regulamentação, no estabelecer de referências a alcançar, educação e aumento do conhecimento, um melhor entendimento do comportamento humano, implementação de novas políticas no sector público, através de apoio nas transferências de tecnologias.

Concretização e implementação de acções dependentes de instrumentos de controlo e regulação, como instrumentos económicos baseados no mercado, instrumentos fiscais e incentivos, pela informação e acção voluntária. Um conjunto de barreiras à implementação das medidas de optimização para os edifícios está já identificado, é portanto imperativo o constituir de um conjunto de alavancas para uma transformação do mercado em direcção a uma eficiência extrema.

Pela procura de componentes para edifícios mais eficientes, no recorrer a programas de demonstração, busca de isolamentos dinâmicos, avanços na iluminação, na tecnologias de janelas, concepção de fachadas activas, optimização de sistemas de ar condicionado, aperfeiçoamento utilização da ventilação natural, análises em tempo real do desempenho energético dos edifícios, saúde e produtividade.

Recorrer e utilizar como instrumento de estimativa, metodologias de avaliação de desempenho dos edifícios para uma real e contínua monitorização no ciclo de vida das estruturas em operação. Estes instrumentos podem ser alargados a uma avaliação dos edifícios que inclua objectivos de protecção ambiental, objectivos económicos, objectivos sociais e culturais, cálculo do custo total e análise do ciclo de vida, análise de impacte no ambiente envolvente. Potencializar o uso e acesso às tecnologias informáticas actuais, quer na optimização dos sistemas e concepções globais para edifícios, como nas capacidades de monitorização e medição, através da capacidade de entendimento e operação por parte dos utilizadores comuns dos edifícios.

Aplicar as preocupações da sustentabilidade já detectadas a um nível global à aquisição de produtos e serviços, através de critérios de selecção, critérios de distinção, e nas cláusulas contratuais. Uma gestão de recursos quer através da avaliação da sustentabilidade dos materiais, do risco, local de extracção e obtenção, como da intensidade energética do processo de manufactura, nas possibilidades de reciclagem, níveis de toxicidade, desempenho e durabilidade.

Introduzir na opinião pública e nos meios da indústria da construção informação em direcção a uma mudança de paradigma em matérias como o consumo, uma concepção inicial dos edifícios com vista à reabilitação, construção durável para três gerações, simplificação das técnicas e métodos construtivos e dos próprios edifícios, no ultrapassar da necessidade de reciclagem, pela desmaterialização e, uma concepção para o fim de vida através da desconstrução, desmontagem, e reutilização.

Incorporação com os sistemas naturais, de um modo sinergético entre serviços e nutrientes. Sistemas naturais que promovam a angariação de água, auxiliares de aquecimento e arrefecimento, providenciar de amenidades, diminuição de desperdícios entre a escala dos edifícios e uma escala bioregional.

6.2 Limites da Investigação

Esta investigação apresenta um conjunto de limites, manifestados numa identificação de dificuldades e omissões. Uma das dificuldades identificada, está associada à própria actualidade do tema em estudo. A busca para construir uma ideia teórica e posterior desenvolvimento de edifícios auto-suficientes carece de estudos concretos aprofundados, sendo este, um objecto de estudo futuro de muitas das organizações internacionais que se debruçam sobre as questões da evolução da indústria da construção. Esta situação, obriga a um contínuo estado de alerta por parte do pesquisador, na tentativa de se manter atento no detectar de um conjunto de publicações relacionadas com as matérias em estudo, cuja edição se processa actualmente a uma cadência considerável a nível mundial.

Na expansão do objecto em estudo na busca de configuração de um novo saber, coloca-se simultaneamente o problema oposto da disponibilidade de uma vastidão de informação, oriunda de diversas fontes, cuja detecção da procedência da origem principal, é factor de indispensável e constante verificação. Desta mesma amplitude de conhecimento produzido, torna-se evidente a impossibilidade de uma abordagem de todos os assuntos, omitindo-se uns, pelo impedimento físico e temporal da organização interna da investigação, outros, são abordados num estado inferior de profundidade. Esta incapacidade de aprofundar todas as matérias pode ocasionar a ausência e limitação na menção de assuntos relevantes, assumindo-se no entanto, que cada investigação tem limites e, nesta assumpção, se procurou uma coerência final para o presente texto.

6.3 Desenvolvimentos Futuros

Uma das limitações identificadas, a actualidade do tema em estudo, é também uma oportunidade para os desenvolvimentos futuros no continuar de investigação, quer a nível profissional como académico. A procura de definições para edifícios de eficiência total, as possibilidades e oportunidades para uma realização física e subsistência durante a vida útil dessas estruturas, são o desafio mais relevante que se coloca a todos os profissionais envolvidos na produção de uma nova abordagem aos edifícios, já que, uma transformação de atitudes reclama do envolvimento da totalidade dos actores.

A eliminação de resíduos, desperdícios e produção de gases de efeito de estufa, e uma optimização na utilização de energia nos edifícios, tem já um limite temporal definido por um conjunto de países e Estados que lideram em acções e legislação, numa mudança de paradigma que deverá estar concluída, aproximadamente, dentro de uma década.

As dificuldades para se obter uma nova visão e entendimento que lidará a uma reinvenção da indústria da construção, serão também as novas oportunidades para uma expansão de negócios, aumento da abrangência em direcção a renovadas e novas áreas de estudo, no surgimento de potencialidades até agora não descortinadas.

Uma nova abordagem para a totalidade do ciclo de vida dos projectos, construção, e gestão dos edifícios, originará novas edificações, concebidas em associação com novos conceitos e percepções, na evolução das oportunidades tecnológicas, em resposta a uma emergente sensibilidade ecológica colectiva, incitação para traduzir essas visões em realidade.

§

BIBLIOGRAFIA

[1] Daniels, K., ***Advanced Building Systems: A Technical Guide for Architects and Engineers,*** Birkhäuser Verlag, Basel, 2003.

[2] Addis, B., ***Building: 3000 Years of Design Engineering and Construction,*** Phaidon, London/New York, 2007.

[3] Daniels, K., Hammann, R., ***Energy Design for Tomorrow,*** Editions Axel Menges, Stuttgart/London, 2009.

[4] Wisker, G., ***The Postgraduate Research Handbook: Succeed With Your MA, MPhil, EdD and PhD,*** Palgrave, New York, 2001.

[5] More, N., ***How to Do Research: The Complete Guide to Designing and Managing Research Projects,*** Library Association Publishing, London, 2000.

[6] Commission of the European Communities, ***Accelerating the Development of the Sustainable Construction Market in Europe,*** Report of the Taskforce on Sustainable Construction, Composed in Preparation of the Communication, A Lead Market Initiative for Europe, {COM(2007) 860 final}, Brussels, 2006. [Acedido em 15 de Maio de 2009]. Disponível em: http://ec.europa.eu/enterprise/leadmarket/doc/sustainableconstruction_final.pdf

[7] OCDE, ***Contribution to the United Nations Commission on Sustainable Development 15,*** Energy for Sustainable Development, Organisation de Coopération et de Développement Economiques, 2007. [Acedido em 21 de Abril de 2009]. Disponível em: http://www.oecd.org/dataoecd/6/8/38509686.pdf

[8] Hegger, M., Fuchs, M., Stark, T., Zeumer, M., ***Energy Manual: Sustainable Architecture,*** Edition Detail, Munich, 2008.

[9] Langston, C., Ding, G., ***Sustainable Practices in the Built Environment,*** *Second Edition*, Butterworth--Heinemann, Oxford, 2001.

[10] UNEP, ***CCCC: Kick the Habit, a UN Guide to Climate Neutrality,*** United Nations Environment Programme, UNEMG, UNEP/GRID, 2008. [Acedido em 15 de Agosto de 2008]. Disponível em: http://www.unep.org/publications/ebooks/kick-the-habit/Default.aspx

[11] WMO, UNEP, ***Climate Change 2007: The Physical Science Basis,*** Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. [Acedido em 25 de Novembro de 2008]. Disponível em: http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm

[12] BSC, ***Towards Sustainability: Green Building, Sustainability Objectives, and Building America Whole House Systems Research,*** Research Report – 0801, Building Science Corporation, 2008. [Acedido em 25 de Junho de 2009]. Disponível em: http://www.buildingscience.com/documents/digests/bsd-005-green-building-and-sustainability

[13] UNEP, TU Delft, ***Dinseño Para La Sustentabilidad: Un Enfoque Práctico para Economias en Desarrollo,*** United Nations Environment Programme, Division of Technology, Industry and Economics, Deflt University of Technology, Faculty of Industrial Design Engineering, Design for Sustainability Programme, 2007. [Acedido em 15 de Agosto de 2008]. Disponível em: http://www.unep.fr/scp/publications/details.asp?id=DTI/1044/PA

[14] CBD, ***Global Biodiversity Outlook 2,*** Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2006. [Acedido em 6 de Maio de 2009]. Disponível em: http://www.cbd.int/doc/gbo/gbo2/cbd-gbo2-en.pdf

[15] BCSD Portugal, ***Manual de Boas Práticas de Eficiência Energética: Implementar o Desenvolvimento Sustentável nas Empresas,*** Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores da Universidade de Coimbra, 2005. [Acedido em 11 de Maio de 2009]. Disponível em: http://www.bcsdportugal.org/files/496.pdf

[16] AIA, ***Sustainability Task Group Final Report,*** The AIA Sustainability Discussion Group, 2006. [Acedido em 19 de Novembro de 2008]. Disponível em: http://nmbea.org/images/Links/59-aia%2520task%2520group%2520report.pdf

[17] Fernández, J., ***Beyond Zero***, in Volume #18, Stichting Archis, The Netherlands, 2009.

[18] Schmidt-Bleek, F., ***The Earth: Natural Resources and Human Intervention,*** Haus Publishing, London, 2008.

[19] UIA, ***Declaration of Independence for a Sustainable Future,*** UIA/AIA World Congress of Architects, 1993. [Acedido em 4 de Fevereiro de 2009]. Disponível em: http://www.uia-architectes.org/texte/england/2aaf1.html

[20] CIB, ***Agenda 21 for Sustainable Construction,*** CIB Report Publication 237, 1999. [Acedido em 29 de Abril de 2009]. Disponível em: http://cic.vtt.fi/eco/cibw82/A21text.pdf

[21] McDonough, W., ***The Hannover Principles: Design for Sustainability,*** Prepared for EXPO 2000 the World's Fair Hannover, William McDonough Architects, Charlottesville, VA, 1992. [Acedido em 6 de Abril de 2009]. Disponível em: http://www.mcdonough.com/principles.pdf

[22] RAE, ***Engineering for Sustainable Development: Guiding Principles,*** The Royal Academy of Engineering, 2005. [Acedido em 19 de Maio de 2009]. Disponível em: http://www.raeng.org.uk/events/pdf/Engineering_for_Sustainable_Development.pdf

[23] HM Government, ***Strategy for Sustainable Construction,*** Strategic Forum for Sustainable Construction, 2008. [Acedido em 14 de Novembro de 2008]. Disponível em: http://www.berr.gov.uk/files/file46535.pdf

[24] Kibert, C. J., ***Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery,*** *Second Edition,* John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2008.

[25] FENP, ***The Business Case for Sustainable Design in Federal Facilities: Resource Document,*** Federal Energy Management Program, U.S Department of Energy, 2004. [Acedido em 1 de Abril de 2009]. Disponível em: http://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/buscase_frontmat.pdf

[26] TCPA, ***Sustainable Energy by Design: A TCPA "by design" Guide for Sustainable Communities,*** Town and Country Planning Association, 2007. [Acedido em 14 de Novembro de 2008]. Disponível em: http://www.tcpa.org.uk/downloads/TCPA_SustEnergy.pdf

[27] BCSD Portugal, ***Eco-Eficiência: Criar Valor com Menos Impacte,*** Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, 2000. [Acedido em 12 de Maio de 2009]. Disponível em: http://www.bcsdportugal.org/files/91.pdf

[28] CIBSE, ***Sustainability: Guide L,*** The Chartered Institution of Building Services Engineers, London, 2007.

[29] Reed, B., ***The Trajectory of Environmental Design,*** Integrative Design Collaborative, Inc., Regenesis, 2006. [Acedido em 25 de Junho de 2009]. Disponível em: http://www.integrativedesign.net/files/u1/Trajectory_EnvironmentallyResponsibleDesign.pdf

[30] IEA, ***IEA Joint Project: Towards Net Zero Energy Solar Buildings (NZEBs),*** SHC Task 40/ECBCS Annex 52, Sustainable Solar Housing, International Energy Agency, 2009. [Acedido em 2 de Junho de 2009]. Disponível em: http://www.iea-shc.org/publications/downloads/task40-Net_Zero_Energy_Solar_Buildings.pdf

[31] WBCSD, ***Eficiência Energética em Edifícios: Realidades Empresariais e Oportunidades,*** Relatório Síntese, World Business Council for Sustainable Development, 2008. [Acedido em 21 de Abril de 2009]. Disponível em: http://www.wbcsd.org/web/eeb/EEBSummary-portuguese.pdf

[32] ABC, ***Building Energy Efficiency: Why Green Buildings Are Key to Asia´s Future,*** Asia Business Council, 2007. [Acedido em 30 de Abril de 2009]. Disponível em: http://www.iisbeportugal.org/documentos/BEEBook.pdf

[33] MASS, ***Getting to Zero: Final Report of the Massachusetts Zero Net Energy Buildings Task Force,*** The Commonwealth of Massachusetts, 2009. [Acedido em 23 de Março de 2009]. Disponível em: http://www.mass.gov/Eoeea/docs/eea/press/publications/zneb_taskforce_report.pdf

[34] FRDA, ***Net-Zero Energy, High-Performance Green Buildings,*** Federal Research and Development Agenda, Report of the Subcommittee on Buildings Technology Research and Development, 2008. [Acedido em 31 de Março de 2009]. Disponível em: http://ostp.gov/galleries/NSTC%20Reports/FederalRDAgendaforNetZeroEnergyHighPerformanceGreenBuildings.pdf

[35] Communities UK, ***Code for Sustainable Homes: Technical Guide, October 2008,*** Communities and Local Government, 2008. [Acedido em 3 de Dezembro de 2008]. Disponível em: http://www.planningportal.gov.uk/uploads/code_for_sustainable_homes_techguide.pdf

[36] Sobek, W., ***Technology Guide: Sustainable Building,*** Artigo Não Publicado/Cortesia do Autor, 2008.

[37] Torcellini, P., Pless S., Deru M., Crawley D., ***Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition,*** National Renewable Energy Laboratory, 2006. [Acedido em 31 de Março de 2009]. Disponível em: http://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39833.pdf

[38] APS, ***Energy Future: Think Efficiency, How America Can Look Within to Achieve Energy Security and Reduce Global Warming,*** American Physical Society, 2008. [Acedido em 21 de Novembro de 2008]. Disponível em: http://www.aps.org/energyefficiencyreport/report/aps-energyreport.pdf

[39] UNEP, ***Buildings and Climate Change: Status, Challenges and Opportunities,*** United Nations Environment Programme, 2008. [Acedido em 27 de Janeiro de 2009]. Disponível em: http://www.environment.fi/download.asp?contentid=75479&lan=en

[40] Hawken, P., Lovins, A., Lovins, L., ***Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution,*** Back Bay Books, 2000.

[41] Lovins, L., ***Rethinking Production,*** Chapter 3, in State of the World: Innovations for a Sustainable Economy, The Worldwatch Institute, 2008. [Acedido em 12 de Maio de 2009]. Disponível em: http://www.worldwatch.org/files/pdf/SOW08_chapter_3.pdf

[42] Braungart, M., McDonough, W., ***Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things,*** *Second Edition,* Vintage, Hoboken, London, 2009.

[43] NORDEN, ***Increased Exchange in the Building Sector: Reduction of Housing Construction Costs***, Nordic Council of Ministers, Copenhagen, 2007. [Acedido em 22 de Maio de 2009]. Disponível em: http://www.norden.org/pub/velfaerd/bygg/sk/TN2007539.pdf

[44] CPUC, ***California Long Term Energy Efficiency Strategic Plan: Achieving Maximum Energy Savings in California for 2009 and Beyond,*** California Public Utilities Commission, 2008. [Acedido em 27 de Março de 2009]. Disponível em: http://www.californiaenergyefficiency.com/docs/EEStrategicPlan.pdf

[45] Mendler, S., Odell, W., Lazarus, M. A., ***The HOK Guidebook to Sustainable Design,*** *Second Edition,* John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2006.

[46] AIA, ***Integrated Project Delivery: A Working Definition,*** AIA California Council, McGraw_Hill Construction, 2007. [Acedido em 24 de Novembro de 2008]. Disponível em: http://images.autodesk.com/adsk/files/ipd_definition_doc_final_with_supplemental_info.pdf

[47] iiSBE, ***The Integrated Design Process,*** International Initiative for a Sustainable Built Environment, 2004. [Acedido em 8 de Abril de 2009]. Disponível em: http://www.iisbe.org/down/gbc2005/Other_presentations/IDP_overview.pdf

[48] AIACC, ***Experiences in Collaboration: On the Path to IPD,*** The American Institute of Architects California Council, 2009. [Acedido em 25 de Junho de 2009]. Disponível em: http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab079766.pdf

[49] BCGBR, ***Roadmap for the Integrated Design Process: Summary Guide and Reference Manual,*** BC Green Building Roundtable, Busby Perkins + Will Stantec Consulting, 2007. [Acedido em 8 de Abril de 2009]. Disponível em: http://www.metrovancouver.org/about/publications/Publications/idpintro2007part1-1.pdf

[50] AIA, ***Integrated Project Delivery: A Guide,*** **Version 1,** The American Institute of Architects, 2007. [Acedido em 18 de Novembro de 2008]. Disponível em: http://www.aia.org/SiteObjects/files/IPD_Guide_2007.pdf

[51] Hatem, D., ***Design Responsibility in Integrated Project Delivery: Looking Back and Moving Forward,*** Donovan Hatem LLP, 2008. [Acedido em 25 de Junho de 2009]. Disponível em: http://www.donovanhatem.com/inthenews/images/Design%20Resp%20in%20IPD_Jan%2008.pdf

[52] BCGBR, ***Roadmap for the Integrated Design Process: Summary Guide and Reference Manual,*** BC Green Building Roundtable, Busby Perkins + Will Stantec Consulting, 2007. [Acedido em 8 de Abril de 2009]. Disponível em: http://www.metrovancouver.org/about/publications/Publications/idpintro2007part1-1.pdf

[53] Thompson, K., Good, R., ***The Bioteaming Manifesto: A New Paradigm for Virtual, Networked Business Teams,*** ChangeThis, 2005. [Acedido em 25 de Junho de 2009]. Disponível em: http://www.changethis.com/19.BioteamingManifesto

[54] GSA, ***GSA Building Information Modeling Guide Series 01 - Overview,*** Version 0.6, U.S. General Services Administration, 2007. [Acedido em 26 de Junho de 2009]. Disponível em: http://www.gsa.gov/gsa/cm_attachments/GSA_DOCUMENT/GSA_BIM_Guide_v0_60-_Series01_Overview_05-14-07_R2C-a3-l_0Z5RDZ-i34K-pR.pdf

[55] NIBS, ***Unites States National Building Information Modeling Standard, Version 1 – Part 1: Overview, Principles, and Methodologies, Transforming the Building Supply Chain through Open and Interoperable Information Exchanges,*** National Institute of Building Sciences, 2007. [Acedido em 17 de Dezembro de 2008]. Disponível em: http://www.wbdg.org/pdfs/NBIMSv1_p1.pdf

[56] Krygiel, E., Nies, B., ***Green BIM, Successful Sustainable Design with Building Information Modeling,*** Wiley Publishing, Indianapolis, Indiana, 2008.

[57] Broshar, M., Strong N., Friedman D., ***Report on Integrated Practice,*** The American Institute of Architects, 2006. [Acedido em 24 de Novembro de 2008]. Disponível em: http://www.aia.org/SiteObjects/files/0_Introduction.pdf

[58] USPI-NL, ***Reaching the Process Industry Vision: Roadmap to Competitive Advantage Via Sharing and Storing Plant Lifecycle Data, The Scenario,*** The Dutch Process and Power Industry Association, 2002. [Acedido em 25 de Junho de 2009]. Disponível em: www.uspi.nl/tiki-download_file.php?fileId=57

[59] Autodesk, ***Sustainale Design Education Curriculum,*** Lecture Notes, Autodesk Sustainable Design Currilulum, 2009. [Acedido em 20 de Março de 2009]. Disponível em: http://students8.autodesk.com/?nd=sustainabledesigncurriculum

[60] Smith, S, Tardif, M., ***Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers,*** John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2009.

[61] CURT, ***Collaboration, Integrated Information, and the Project Lifecycle in Building Design, Construction and Operation,*** The Construction Users Roundtable, 2004. [Acedido em 25 de Junho de 2009]. Disponível em: http://www.leanconstruction.org/files/Forum_Meetings/Design_Forum_4-1Jun06/doc/CurtCollaboration.pdf

[62] 7group, Bill, R., ***The Integrative Design Guide to Green Building: Redefining the Practice of Sustainable,*** John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2009.

[63] Lindsey, G.,Todd J., Hayter S., ***A Handbook for Planning and Conducting Charrettes for High-Performance Projects,*** National Renewable Energy Laboratory, 2003. [Acedido em 31 de Março de 2009]. Disponível em: http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/commercial_initiative/33425.pdf

[64] Ballard G., ***Lean Project Delivery System,*** The Lean Construction Institute, 2000. [Acedido em 25 de Junho de 2009]. Disponível em: http://www.leanconstruction.org/pdf/WP8-LPDS.pdf

[65] FIATECH, ECTP, ***FIATECH Capital Projects Technology Roadmap: Mapped with ECTP Focus Area Processes & ICTs (PICT) & Consolidated Topics of All 7 Focus Areas,*** FIATECH, European Construction Technology Platform, 2007. [Acedido em 26 de Junho de 2009]. Disponível em: http://fiatech.org/images/stories/globalinitiatives/fiatech_ectp_mapping.pdf

[66] Galvinich, T., ***Contractor´s Guide to Green Building Construction: Management, Project Delivery, Documentation, and Risk Reduction,*** John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2008.

[67] Goser, C., Freese, J., ***Lessons Learned from a Fully Integrated Project That is Utilizing a Six Party Agreement,*** AGC of American National Convention, Apresentação PowerPoint, 2009. [Acedido em 25 de Junho de 2009]. Disponível em: http://www.agc.org/galleries/projectd/AGC%20Convention%20-%20IDP%20Goser%20Freese%2020090305.pdf

[68] AIA, AGCA, ***Primer on Project Delivery,*** American Institute of Architects, Associated General Contractors of America, 2004. [Acedido em 25 de Junho de 2009]. Disponível em: http://www.agc.org/galleries/projectd/AIAAGCPrimer.pdf

[69] BRT, ***The Business Stake in Effective Project Systems,*** Construction Cost Effectiveness Task Force, The Business Roundtable, 1997. [Acedido em 25 de Junho de 2009]. Disponível em: http://www.curt.org/pdf/104.pdf

[70] CSI, ***MasterFormat™,*** 2004 Edition Numbers & Titles, The Construction Specification Institute, 2004. [Acedido em 25 de Junho de 2009]. Disponível em: http://www.csinet.org/s_csi/docs/9400/9361.pdf

[71] CSI, ***GreenFormat™,*** Version 1.0, Structured Information to Support Sustainable Design and Product Choices, The Construction Specification Institute, 2008. [Acedido em 25 de Junho de 2009]. Disponível em: http://www.greenformat.com/GreenFormatVersion1.0.pdf

[72] ICC, ***National Green Building Standard™, ICC 700-2008,*** Approved American National Standard, National Association of Home Builders, International Code Council, Washington, 2009.

[73] Edwards, B., ***Guía Básica de la Sostenibilidad,*** Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2008.

[74] Halliday, S., ***Sustainable Construction,*** Butterworth-Heinemann, Burlington, Massachusetts, 2008.

[75] ASHRAE, ***GreenGuide: The Design, Construction, and Operation of Sustainable Building,*** Elsevier, Burlington, Massachusetts, 2006.

[76] Brown, G. Z., DeKay, M., ***Sun, Wind & Light. Architectural Design Strategies,*** *Second Edition,* John Wiley & Sons, New York, 2001.

[77] Daniels, K., ***Low-Tech, Light-Tech, High-Tech: Building in the Information Age,*** Birkhäuser Verlag, Basel, 1998.

[78] Tirone, L., ***Construção Sustentável: Soluções Eficientes Hoje, A Nossa Riqueza Amanhã,*** Tirone Nunes, Sintra, 2008.

[79] AAVV, ***Ecology. Design. Ecology***, Behnisch Architekten + Transsolar ClimateEngineering, Aedes, International Architecture Forum, Berlin, 2006.

[80] CNYDDC, ***High Performance Building Guidelines,*** City of New York Department of Design and Construction, 1999. [Acedido em 8 de Abril de 2009]. Disponível em: http://www.nyc.gov/html/ddc/downloads/pdf/guidelines.pdf

[81] Szokolay, S., ***Introduction to Architectural Science: The Basis of Sustainable Design,*** *Second Edition,* Elsevier, Burlington, Massachusetts, 2008.

[82] Hausladen, G., de Saldanha, M., Liedl, P., ***Climate Skin: Building-Skin Concepts that Can Do More with Less Energy,*** Birkhäuser Verlag, Basel, 2008.

[83] CIBSE, ***Energy Efficiency in Building: Guide F,*** The Chartered Institution of Building Services Engineers, 2004. [Acedido em 27 de Março de 2009]. Disponível em: https://www.cibse.org/membersservices/downloads/listings.asp?pid=377

[84] Dunster, B., Simmons, C., Gilbert, B., ***The ZEDbook: Solutions for a Shrinking World,*** Taylor & Francis, Abingdon, Oxon, 2008.

[85] EnerBuilding.eu, ***Eficiência Energética nos Edifícios Residenciais,*** Intelligent Energy Europe, 2008. [Acedido em 3 de Março de 2009]. Disponível em: http://en.enerbuilding.eu/index.php?option=com_docman&task=doc_details&gid=31&Itemid=31

[86] European Commission, ***Integrated Pollution Prevention and Control: Reference Document on Best Available Techniques for Efficiency Energy,*** Directorate-General, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Competiveness and Sustainability Unit, European IPPC Bureau, 2008. [Acedido em 11 de Maio de 2009]. Disponível em: http://www.adene.pt/SGCIE/pages/Documentos/Energy%20Efficiency%20BREF_Junho%202008.pdf

[87] ECO-BUILD, ***Specific Support Action for the Advancement and the Implementation of the Eco-Building Concept,*** The ECO-BUILD project: Deliverable 1, Brussels, 2008.

[88] Lovins, A., ***Energy Efficiency, Taxonomic Overview,*** Rocky Mountain Institute, 2004. [Acedido em 24 de Março de 2009]. Disponível em: http://www.rmi.org/images/PDFs/Energy/E04-02_EnergyEffTax.pdf

[89] Detail Practice, ***Energy-Efficiency: Principles, Details, Examples,*** Editions Detail, Birkhäuser Verlag, Basel, 2006.

[90] Eco Buildings, ***A Discussion Document from the EU-FP 6 Ecobuilding Projects for Use in the Preparation of Calls in the Seventh Framework Programme,*** BRITA in PuBs, ECO-Culture, DEMOHOUSE, SARA, 2007. [Acedido em 7 de Maio de 2009]. Disponível em: http://www.ecobuildings.info/PDF/Eco-buildingsForFP7_final.pdf

[91] Mumovic, D., Santamouris, M., ***The Handbook of Sustainable Building Design & Engineering: An Integrated Approach to Energy, Health and Operational Performance,*** Earthscan, London, 2009.

[92] TCPA, ***Climate Change Adaptation by Design: A Guide for Sustainable Communities,*** Town and Country Planning Association, 2007. [Acedido em 14 de Novembro de 2008]. Disponível em: http://www.tcpa.org.uk/downloads/20070523_CCA_lowres.pdf

[93] WMO, UNEP, ***Climate Change 2007: Synthesis Report,*** Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. [Acedido em 25 de Novembro de 20089]. Disponível em: http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-syr.htm

[94] ASHRAE, ***Providing Tools by 2020 that Enable the Building Community to Produce Market-Viable NZEBs by 2030: Producing Net Zero Energy Buildings,*** American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2008. [Acedido em 1 de Março de 2009]. Disponível em: http://www.ashrae.org/doclib/20080226_ashraevision2020.pdf

[95] BMWi, ***E-Energy: ICT-based Energy System of the Future,*** Federal Ministry of Economics and Technology, 2008. [Acedido em 30 de Junho de 2009]. Disponível em: http://www.efficiency-from-germany.info/EIE/Redaktion/EN/PDF/e-energy-publikation,property=pdf,bereich=eie,sprache=en,rwb=true.pdf

[96] Smith, F., ***Architecture in a Climate of Change: A Guide to Sustainable Design,*** *Second Edition,* Architectural Press, Burlington, Massachusetts, 2005.

[97] OCDE, ***Environmentally Sustainable Buildings: Challenges and Policies,*** Organisation de Coopération et de Développement Economiques, Paris, 2003.

[98] UNEP, ***Assessment of Policy Instruments for Reducing Greenhouse Gas Emissions from Buildings,*** United Nations Environment Programme, Sustainable Buildings & Construction Initiative, 2007. [Acedido em 27 de Janeiro de 2009]. Disponível em: http://www.unepsbci.org/SBCIRessources/Brochures/documents/Assessment_of_Policy_Instruments_for_Reducing_Greenhouse_Gas_Emissions_from_Buil/SBCI_CEU_Policy_Tool_Report.pdf

[99] USBGC, ***A National Green Building Research Agenda,*** U.S. Building Green Council, 2008. [Acedido em 2 de Fevereiro de 2009]. Disponível em: http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=3402

[100] WMO, UNEP, ***Climate Change 2007: Mitigation,*** Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, 2007. [Acedido em 25 de Fevereiro de 2008]. Disponível em: http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg3.htm

[101] European Commission, ***Construction Background Product Report,*** European Commission Green Public Procurement (GPP) Training Toolkit - Module 3: Purchasing Recommendations, ICLEI Local Governments for Sustainability, 2008. [Acedido em 5 de Maio de 2009]. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/toolkit/construction_GPP_background_report.pdf

[102] Presidência do Conselho de Ministros, Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008, ***Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE) (2008 -2015), designado «Portugal Eficiência 2015»***, Publicado no Diário da República, 1.ª série, N.º 97, 20 de Maio de 2008. [Acedido em 13 de Maio de 2009]. Disponível em: http://www.dre.pt/pdf1sdip/2008/05/09700/0282402865.PDF

[103] WBCSD, ***Transforming the Market: Energy Efficiency in Buildings,*** World Business Council for Sustainable Development, 2009. [Acedido em 5 de Maio de 2009]. Disponível em: http://62.50.73.69/transformingthemarket.pdf

[104] HM Government, ***Stern Review: The Economics of Climate Change,*** HM Treasury, 2007. [Acedido em 27 de Maio de 2009]. Disponível em: http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm

[105] WBCSD, ***Roadmap for a Transformation of Energy Use in Buildings,*** World Business Council for Sustainable Development, 2009. [Acedido em 5 de Maio de 2009]. Disponível em: http://62.50.73.69/EEBroadmap.pdf

[106] RICS, ***Green Value: Green Buildings, Growing Assets, Report,*** RICS Royal Institution of Chartered Surveyors, 2005. [Acedido em 5 de Dezembro de 2008]. Disponível em: http://www.rics.org/NR/rdonlyres/93B20864-E89E-4641-AB11-028387737058/0/GreenValueReport.pdf

[107] WBCSD, ***Eficiência Energética em Edifícios: Realidades Empresariais e Oportunidades,*** Relatório Síntese, World Business Council for Sustainable Development, 2008. [Acedido em 21 de Abril de 2009]. Disponível em: http://www.wbcsd.org/web/eeb/EEBSummary-portuguese.pdf

[108] OGC, ***Design Quality,*** Supporting Guide, Achieving Excellence in Construction Procurement Guide, Office of Government Commerce, 2007. [Acedido em 22 de Maio de 2009]. Disponível em: http://www.ogc.gov.uk/documents/CP0069AEGuide9.pdf

[109] European Commission, ***Buying Green! A Handbook on Environmental Public Procurement,*** European Communities, 2004. [Acedido em 5 de Maio de 2009]. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/buying_green_handbook_en.pdf

[110] ICLEI, ***The Procura+ Manual: Sustainable Procurement Campaign,*** 2nd Edition, Procura+ Sustainable Procurement Campaign, ICLEI Local Governments for Sustainability, 2007. [Acedido em 5 de Maio de 2009]. Disponível em: http://www.iclei-europe.org/fileadmin/template/projects/procuraplus/files/CD-ROM/Printed_Manual/Procura__Manual_complete.pdf

[111] European Commission, ***Construction Background Product Report,*** European Commission Green Public Procurement (GPP) Training Toolkit - Module 3: Purchasing Recommendations, ICLEI Local Governments for Sustainability, 2008. [Acedido em 5 de Maio de 2009]. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/toolkit/construction_GPP_background_report.pdf

[112] ASHRAE, ***Building Energy Labeling Program: Promoting the Value of Energy Efficiency in the Real Estate Market,*** Report of an ASHRAE Presidential Ad-Hoc Committee, American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc, 2008. [Acedido em 8 de Abril de 2009]. Disponível em: http://www.ashrae.org/doclib/20080714_abelreport_july2008.pdf

[113] Davis Langdon, ***The Cost & Benefit of Achieving Green Buildings,*** Innovative Thinking Property and Construction, Davis Langdon, 2007. [Acedido em 2 de Fevereiro de 2009]. Disponível em: https://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=2583

[114] Pinheiro, M., ***Ambiente e Construção Sustentável,*** Instituto do Ambiente, Amadora, 2006.

[115] IEA, ***Energy-Related Environmental Impact of Buildings,*** Technical Synthesis Report Annex 31, IEA International Energy Agency, 2005. [Acedido em 7 de Abril de 2009]. Disponível em: http://www.ecbcs.org/docs/annex_31_tsr_web.pdf

[116] PNNL, ***Building Cost and Performance Metrics: Data Collection Protocol,*** Pacific Northwest National Laboratory, U.S Department of Energy, 2005. [Acedido em 1 de Abril de 2009]. Disponível em: http://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/pnnl15217.pdf

[117] USGBC, ***LEED 2009 for New Construction and Major Renovations***, Leadership in Energy and Environmental Method version 3.0, U.S. Green Building Council, 2008. [Acedido em 21 de Abril de 2009]. Disponível em: http://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=5546

[118] Communities UK, ***Code for Sustainable Homes: Technical Guide, October 2008,*** Communities and Local Government, 2008. [Acedido em 3 de Dezembro de 2008]. Disponível em: http://www.planningportal.gov.uk/uploads/code_for_sustainable_homes_techguide.pdf

[119] Cascadia Region, ***The Living Building Challenge: In Pursuit of True Sustainability in the Built Environment,*** Version 1.3, Cascadia Region Green Building Council, 2008. [Acedido em 27 de Maio de 2009]. Disponível em: http://ilbi.org/the-standard/lbc-v1.3.pdf

[120] Spiegel, R., Meadows, D., ***Green Building Materials: A Guide to Product Selection and Specification,*** *Second Edition,* John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2006.

[121] Keeler, M., Burke, B., ***Fundamentals of Integrated Design for Sustainable Building,*** John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2009.

[122] GSA, ***Sustainability Matters,*** US General Services Administration, 2008. [Acedido em 1 de Abril de 2009]. Disponível em: http://www.gsa.gov/gsa/cm_attachments/GSA_DOCUMENT/Sustainability_Matters_508_R2-mQC1_0Z5RDZ-i34K-pR.pdf

[123] Stasinopoulos, P., Smith, M., Hargroves, K., Desha, C., ***Whole System Design: An Integrated Approach to Sustainable Engineering,*** Earthscan, London, 2009.

[124] GSA, ***The Building Commissioning Guide,*** U.S. General Services Administration, 2005. [Acedido em 22 de Dezembro de 2008]. Disponível em: http://www.wbdg.org/ccb/GSAMAN/buildingcommissioningguide.pdf

[125] Heerwagen, J., ***Green Buildings, Organizational Success, and Occupant Productivity,*** Published in a special edition of Building Research and Information, London, 2000. [Acedido em 8 de Abril de 2009]. Disponível em: http://www.wbdg.org/pdfs/grn_bldgs_org_success.pdf

[126] AAVV, ***A Green Vitruvius: Princípios e Práticas de Projecto para uma Arquitectura Sustentável,*** Ordem dos Arquitectos Portugueses, Lisboa, 2001.

[127] HEFCE, ***Guide to Post Occupancy Evaluation,*** Higher Education Funding Council for England, 2006. [Acedido em 7 de Abril de 2009]. Disponível em: http://www.smg.ac.uk/documents/POEBrochureFinal06.pdf

[128] State of California, ***Deconstruction Training Manual: Waste Management Reuse and Recycling at Mather Field,*** California Integrated Waste Management Board, 2001. [Acedido em 23 de Março de 2009]. Disponível em: http://www.ciwmb.ca.gov/Publications/ConDemo/43301027.pdf

[129] IBO, Österreichisches Institut für Baubiologie und –ökologie (Hrsg.), ***Passivhaus-Bauteilkatalog: Ökologisch bewertete Konstruktionen,*** Springer Verlag, Wien, 2008.

[130] WBDG, Whole Building Design Guide, http://www.wbdg.org, [Acedido em 18 de Maio de 2009].

[131] ISO, International Standard Organization, http://www.iso.org/iso/home.htm, [Acedido em 10 de Junho de 2009].

[132] ISO, International Standard Organization, 14000, http://www.iso.org/iso/iso_14000_essentials, [Acedido em 10 de Junho de 2009].